



Sveučilište u Zagrebu

GRAFIČKI FAKULTET

Slaven Miloš

KARAKTERIZACIJA POVRŠINA CtP TISKOVNIH FORMI

MAGISTARSKI RAD

Zagreb, 2011



University of Zagreb

FACULTY OF GRAPHIC ARTS

Slaven Miloš

SURFACE CHARACTERIZATION OF THE CtP PRINTING PLATES

MASTER THESIS

Zagreb, 2011



Sveučilište u Zagrebu

GRAFIČKI FAKULTET

SLAVEN MILOŠ

KARAKTERIZACIJA POVRŠINA CtP TISKOVNIH FORMI

MAGISTARSKI RAD

Mentor:
prof. dr. sc. Miroslav Gojo

Zagreb, 2011



University of Zagreb

FACULTY OF GRAPHIC ARTS

Slaven Miloš

SURFACE CHARACTERIZATION OF THE CtP PRINTING PLATES

MASTER THESIS

Supervisor(s):
prof. dr. sc. Miroslav Gojo

Zagreb, 2011

Sažetak

U suvremenoj grafičkoj tehnologiji, tehnika plošnog tiska danas je jedna od najzastupljenijih tehnika. Bazira se na različitim fizikalno-kemijskim svojstvima površina, te na principu orijentirane adsorpcije i selektivnog močenja. Tiskovna forma sastoji se od hidrofobnih tiskovnih elemenata te od hidrofilnih slobodnih površina.

Karakterizacija površina obuhvatila je kako tiskovne, tako i slobodne površine CtP tiskovnih formi na bazi srebrenog halogenida. Ispitana je promjena pH vrijednosti i električne provodljivosti razvijača, i fizikalno-kemijska svojstva otopine za vlaženje, te njenu intreakciju sa slobodnim površinama, zavisno o istrošenosti tiskovne forme. Također su izvršena mjerenja pokrivenosti tiskovnih elemenata zavisno o otisnutoj nakladi.

Površinska topografija i njen utjecaj na funkcionalna svojstva tiskovne forme određena je mjerenjem parametara površinske hrapavosti.

Dobiveni rezultati ukazuju da se električna provodljivost razvijača smanjuje s brojem razvijenih ploča koje je uzrokovano utjecajem otopljenih organskih nevodljivih spojeva iz kopirnog sloja, dok smanjenje pH vrijednosti nastaje uslijed kemijskih reakcija koje se odvijaju u emulzijskom i graničnom sloju.

Električna provodljivost i pH vrijednost otopine za vlaženje dobro su usklađene, te je zamjetno djelovanje pufera koji stabilizira pH vrijednosti u području stabilnosti anodne prevlake Al_2O_3 . Povećanjem volumnog udjela uzoraka otopina za vlaženje dolazi do naglog smanjenja površinske napetosti, zbog dodanih površinski aktivnih tvari čime se omogućava bolje vlaženje slobodnih površina s manjom količinom otopine za vlaženje.

Kontaktni kut kao mjera dobrog vlaženja smanjuje se povećanjem volumnog udjela koncentrata, no on je također zavisan o procesu razvijanja i o broju razvijenih ploča u razvijaču. Kontakti kut je zavisan o površinskoj napetosti, što ukazuje na dobru kombinaciju svih dodataka u otopinu za vlaženje, prvenstveno površinski aktivnih tvari.

Na tiskovnim formama koje su prošle proces tiska u odnosu na referentni uzorak smanjuju se rastertonske vrijednosti u području niskih RTV. Promjena RTV također zavisi i o broju otisaka koje je otisnula tiskovna forma, tako da je trošenje površine tiskovne forme uzrokovano trenjem koje se javlja između površine tiskovne forme i ofsetnog cilindra, odnosno valjaka nanosača boje i otopine za vlaženje.

Na slobodnim i tiskovnim površinama izmjereni su parametri površinske hrapavosti, te je napravljena optička mikroskopija. Zavisno o položaju tiskovne forme u tornju mijenjaju se i pojedini parametri hrapavosti. R_a parametar na svim ispitivanim uzorcima bez obzira na referentni uzorak mijenja se vrlo malo, dok parametri R_p i R_v pokazuju da je realna površina kako tiskovnih, tako i slobodnih površina daleko složenija. Prilikom procesa tiska najprije dolazi do trošenja vrhova i izbočina kako slobodnih, tako i tiskovnih površina tiskovne forme, a u isto vrijeme postoji mogućnost da se udubine zapunjavaju različitim čvrstim česticama (papirna prašina, moguća kristalizacija CaCO_3). Na to ukazuju hibridni parametri Rpk i Rvk . Rv parametar zavisi i o položaju ploče u samom tornju, te kontaktima s bojom i papirnom prašinom. Nejednolika hrapavost površine papira značajno mijenja topografiju površine tiskovne forme. Papirna prašina, pomoću otopine za vlaženje, se adsorbira na tiskovnu formu

i na taj način zapunjava dolove smanjujući njihov udio u ukupnoj hrapavosti površine. Smanjuje se specifična površina, a ujedno i količina adsorbirane otopine za vlaženje, što može uzrokovati pojavu toniranja.

Kod tiskovnih elemenata, osim papirne prašine značajnu ulogu ima i boja. Boja za cijan sadrži pigmente koji imaju kristaliničnu strukturu, koji mogu biti uzrok zapunjavanja dolova i smanjenje aktivne površine tiskovnih elemenata, što uzrokuje adsorpciju manje količine boje, a time i nekvalitetan otisak.

Ključne riječi: CtP tiskovna forma, električna provodljivost, kontaktni kut, optička mikroskopija, pokrivenost površine, površinska hrapavost, površinska napetost, rasterski elementi, slobodne površine

Abstract

The most commonly used printing technique in modern printing is lithography. Lithography is based on different physical-chemical properties of surfaces. Printing areas are hydrophobic and oleophilic which enables them to adsorb printing ink, while nonprinting areas are hydrophilic to adsorb fountain solution.

Surface characterization of printing plates based on AgX was done by evaluating printing and nonprinting areas. Characterization of printing plate was done by defining processing solution, its electrical conductivity and pH value, surface topography by evaluating roughness parameters and wetting properties of nonprinting areas before and after printing process by application of fountain solution. To evaluate printing areas, measurements of coverage values were performed in dependence of print run length.

Results of developing solution investigation showed that increasing number of processed printing plates causes decrease of its electrical conductivity and pH value. These are consequence of dissolved organic compounds and chemical reactions in emulsion and barrier layers. Electrical conductivity and pH value of investigated fountain solution are well matched. pH value is with buffer solution adjusted to value of Al_2O_3 stability. Increasing the volume concentration of surfactant leads to decrease of fountain solution's surface tension and improves wetting on nonprinting areas. This is also confirmed by contact angle measurements. Decreasing value of contact angle indicates good composition of fountain solution.

Measurement of coverage values showed decrease of values in low coverage values. Change of coverage values is dependent on the print run length which indicates that wearing of printing plate is caused by friction between printing plate and offset cylinder rubber blanket, fountain solution and printing ink rollers.

Printing and nonprinting areas were also investigated by evaluation roughness parameters and comparing microscopic images.

Investigated printing plates are used in newspaper productin. Construction of the printing press enables printing on both sides of paper in the same time in one printing tower. Results of the roughness parameters evaluation show different values of parameters depending on position of the printing plate in the printing tower.

Changes of the R_a parameter are on all investigated printing plate samples nearly the same to the referent printing plate (printing plate which was not used for printing), while R_p and R_v parameter value show complexity of the real surface of the printing plate's printing and nonprinting areas. Printing process causes wearing of peaks and valleys of the nonprinting and printing areas.

Hybrid parameters R_{pk} and R_{vk} indicate the possibility of valleys filling by various solid particles (for example paper dust, CaCO_3 crystals). R_v parameter is depending on the position of the printing plate in the printing tower and contact with printing ink and paper dust. Surface topography of the paper side is significantly influencing topography of the printing plate.

Paper dust, which is mixing with fountain solution and being adsorbed on printing plate, fills the valley pores which leads to reduce of the real surface. This behaviour reduces amount of the fountain solution on the nonprinting areas which could lead to the adsorption of printing ink and its transfer to the paper.

On the other hand, printing areas are beside paper dust influenced by printing ink pigments. Cyan pigment structure could be another factor in the valley filling on the printing areas. The consequence of these fillings is reduce of the active surface causing thinner ink film on the printing areas.

Both of these processes, on the printing and nonprinting areas, result with imprints of lower quality.

Key words: CtP printing plate, electrical conductivity, pH, surface tension, contact angle, optical microscopy, surface roughness, coverage values, screening elements

Sadržaj

1.	UVOD	3
2.	TEORIJSKI DIO	5
2.1.	Povijest tiskarstva	5
2.1.1.	Tiskarska preša i pomična metalna slova (Johannes Gutenberg)	5
2.1.2.	Litografija (Aloys Senefelder)	6
2.1.3.	Ofsetni tisak	7
2.1.4.	Prethodnica ofsetnih novinskih rotacija	8
2.1.4.1.	Brzotisni stroj	8
2.1.4.2.	Rotacioni strojevi	9
2.1.4.3.	Indirektna tehnika tiska	10
2.1.5.	Ofsetne novinske rotacije	11
2.1.5.1.	Prva ofsetna novinska rotacija	11
2.1.5.2.	Prva višebojna ofsetna novinska rotacija	12
2.1.5.3.	Modularni princip izrade ofsetnih novinskih rotacija	13
2.1.5.4.	Današnje ofsetne novinske rotacije	14
2.2.	Razvoj pripreme proizvodnje u novinskoj industriji	15
2.2.1.	Ručni slagari	16
2.2.2.	Slovoslagajući stroj (Linotype)	16
2.2.3.	Upotreba računala u pripremljenoj proizvodnji i Computer to Film	18
2.2.3.1.	„Papirna montaža“	19
2.2.3.2.	DTP i CtF	19
2.2.4.	CtP tehnologija i digitalni radni tok	22
2.3.	Proces rada u novinskoj proizvodnji	32
2.4.	Proces rada u odjelu CtP	32
2.5.	Proces izrade tiskovne forme CtP radnim tokom	34
2.6.	Tiskovna forma za plošni tisak	39
2.6.1.	Svojstva metala i legura za izradu tiskovne forme	40
2.6.1.1.	Mehanička svojstva	40
2.6.1.2.	Elektrokemijska svojstva	43
2.6.2.	Svojstva aluminija za izradu ofsetnih tiskovnih formi	43
2.6.3.	Hrapavost i površinska obrada ofsetnih tiskovnih formi	47
2.6.3.1.	Parametri hrapavosti	50
2.6.4.	Formiranje slobodnih i tiskovnih površina na tiskovnoj formi	52
2.6.4.1.	Površinske pojave	52
2.6.4.2.	Slobodna površinska energija i površinska napetost	53
2.6.4.3.	Adsorpcija	56
2.6.4.4.	Primjena površinskih pojava pri izradi tiskovne forme	59
2.6.5.	Slobodne površine na tiskovnoj formi	59
2.6.6.	Tiskovne površine na tiskovnoj formi	61
2.6.7.	Tiskovne forme na bazi sredbrohalogenida	67
3.	POKUSNI DIO	70
3.1.	Priprema uzoraka	71
3.1.1.	Priprema uzoraka tiskovnih formi	71
3.1.2.	Priprema razvijača	72
3.1.3.	Priprema otopine za vlaženje	72
3.1.4.	Priprema uzoraka koji su bili u tisku	72
3.2.	Mjerni uređaji i metode mjerenja	73

3.2.1.	Uređaji za mjerenje RTV.....	73
3.2.2.	pH vrijednost i električna provodljivost.....	74
3.2.2.	Površinska napetost	76
3.2.2.1.	Određivanje volumena pomoću piknometra	77
3.2.2.2.	Postupak mjerenja mase pomoću piknometra	78
3.2.2.3.	Mjerenje površinske napetosti stalagmometrom	79
3.2.3.	Mjerenje kontaktnog kuta.....	80
3.2.3.1.	Sessile Drop metoda mjerenja kontaktnog kuta	81
3.2.3.2.	Mjerenje kontaktnog kuta uređajem OCA 30.....	81
3.2.4.	Mjerenje hrapavosti	82
3.2.5.	Optička analiza	83
4.	REZULTATI.....	84
4.1.	Rezultati mjerenja električne provodljivosti razvijača	84
4.2.	Rezultati mjerenja pH vrijednosti razvijača	85
4.3.	Rezultati mjerenja električna provodljivosti otopine za vlaženje.....	86
4.4.	Rezultati mjerenja pH vrijednosti otopine za vlaženje.....	87
4.5.	Rezultati mjerenja površinske napetosti	88
4.6.	Rezultati mjerenja kontaktnog kuta.....	89
4.7.	Rezultati mjerenja RTV na tiskovnim formama	91
4.7.1.	Rezultati mjerenja nakon 10.000 otisaka.....	91
4.7.2.	Rezultati mjerenja nakon 23.000 otisaka.....	93
4.7.3.	Rezultati mjerenja nakon 40.000 otisaka.....	95
4.7.4.	Rezultati mjerenja nakon 50.000 otisaka.....	96
4.7.5.	Rezultati mjerenja nakon 60.000 otisaka.....	98
4.8.	Rezultati mjerenja hrapavosti	99
4.9.	Rezultati optičke analize tiskovnih formi.....	105
5.	RASPRAVA	107
6.	ZAKLJUČCI.....	120
7.	LITERATURA.....	123

1. UVOD

U suvremenom tisku, ofsetna tehnika je jedna od najzastupljenijih tehnika u svim dijelovima svijeta. Prednosti ofseta su brza i jednostavna priprema tiskovne forme, velika brzina otiskivanja, mogućnost tiska na različitim podlogama, kao i relativno visoka kvaliteta otiska. Za razliku od ostalih tehnika tiska, tiskovna forma koja se koristi u ofsetu ima ravnu površinu, koja se različitim procesima obrađuje, tako da tiskovne i slobodne površine imaju potpuno različita fizikalno-kemijska svojstva. Tiskovne površine su oleofilne i hidrofobne, tako da na sebe primaju masno tiskovno bojilo, dok su slobodne površine hidrofilne i prihvaćaju vodu, a odbijaju bojilo. Međutim, njihova hidrofilnost nije toliko izražena, pa se može dogoditi da na njima zaostaje bojilo. Da bi se to spriječilo, koristi se otopina na bazi vode (otopina za vlaženje) koja u sebi sadrži i brojne druge dodatke.

Prodor tehničke revolucije u sva područja komunikacijske industrije ostavlja tradicionalne reprodukcijske procese u prošlosti. Granice između odjela grafičke pripreme, fotografskih laboratorija, obrada fotografija i odjela tiska postepeno nestaju. Simultani razvoj uređaja, računarskih sustava i programskih aplikacija utjecao je na mnoštvo noviteta u procesima grafičke industrije. Tendencija je na minimaliziranju uređaja i eliminiranju što većeg broja međuprocasa, ali i ljudskog faktora, značajnog problema kod potrebe standardizacije proizvodnje. Kao i većina naoko revolucionarnih otkrića, *"Computer to Plate"* (CtP) tehnologija je u stvari proizvod i rezultat istraživanja na nekoliko različitih područja. Proširenje uporabe tiskovnih formi, laserske tehnologije, fotopolimerne kemije i stolnog izdavaštva utjecalo je na stvaranje postojećih CtP sustava. Želja za bržom, jeftinijom i kvalitetnijom proizvodnjom primorala je grafičke tvrtke na konstantno praćenje tržišnih trendova što uzrokuje i potiče daljnji razvoj istog područja. Budući da svi proizvođači teže k zadovoljenju potreba na tržištu, brzina proizvodnje i kakvoća reprodukcija dobivena uz minimalne troškove u većini slučajeva će biti definirana prema zahtjevima potrošača.

Kao i na svjetskom tržištu digitalizacija proizvodnje i uvođenje CtP tehnologije postaje prioritet u tiskarama i potreba koja osigurava konkurentnost danas i na hrvatskom tržištu. Svakako, izbor najboljeg tehnološkog rješenja nije lak. Značajna ponuda novih uređaja i materijala, a naročito iz područja postupaka izrade tiskovnih formi (CtP uređaja) stavlja vlasnike tiskara pred veliki problem. Uprkos razvoju i otkriću medijskih tehnologija može se

očekivati novi porast na području tiskarskih dostignuća u slijedećih desetak godina, CtP sustavi se i dalje usavršavaju. Cilj je postizanje kvalitetnih reprodukcija uz brzu i jednostavnu izradu tiskovnih formi, primjenom ekološki povoljnih materijala. Postojeći CtP sustavi su omogućili značajno manju uporabu štetnih materijala za okoliš, te je brzina izrade tiskovnih formi uvelike ubrzala cjelokupnu proizvodnju grafičkog proizvoda.

Tiskovne forme dobivene digitalnim postupkom u CtP sustavu odlikuju se povećanjem kvalitete, smanjenjem grešaka koje su nastajale u procesu ručnog montiranja i kopiranja, a potrebno je razmotriti i postojanost kopirnih postupaka odnosno kopirnih slojeva koji se upotrebljavaju u takvim sustavima izrade tiskovne forme u procesu tiska. Tijek proizvodnje u novinskoj rotaciji zahtijeva izradu velikog broja tiskovnih formi u vrlo kratkom vremenu. Zbog toga mogu nastati promjene dimenzija tiskovnih elemenata, te promjene površinskih svojstava kako tiskovnih, tako i slobodnih površina, što može značajno utjecati na kakvoću konačnog proizvoda. Osim toga, u novinskoj reprodukciji značajan utjecaj na promjenu kvalitete tiskovne forme ima i papirna traka na kojoj se tiskaju novine.

Stoga je potrebno za kvalitetnu karakterizaciju tiskovnih formi provesti različita fizikalno-kemijska, mehanička i optička ispitivanja. Mjerenjem električne provodljivosti i pH vrijednosti razvijaa i otopine za vlaženje definiraju se uvjeti razvijanja i mogućeg negativnog utjecaja razvijaa na slobodne površine, te uvjeti vlaženja tiskovne forme tijekom procesa tiska. Mjerenja površinske napetosti i promjene kontaktnog kuta mogu ukazivati na promjene stanja površina, a time i moguće probleme koji bi se pojavili tijekom tiska. Promjene RTV mogu ukazivati na pojavu trošenja tiskovnih površina i smanjenje kakvoće konačnog proizvoda. Stvarno stanje površine definira se parametrima hrapavosti i optičkom mikroskopijom pomoću kojih će se steći uvid u ponašanje tiskovne forme tijekom procesa tiska, uspoređujući s referentnim uzorcima tiskovnih formi.

Tiskara uvijek traži proizvođača tiskovnih formi koji može izraditi tiskovne forme zadovoljavajuće kvalitete unatoč promjenjivim faktorima u novinskoj proizvodnji. Tiskara treba kvalitetnu tiskovnu formu kako bi mogla mjenjati vrste i proizvođače papira, boje i otopine za vlaženje. Tiskovna forma u novinskom tisku mora imati konstantnu kvalitetu neovisno o promjeni faktora u proizvodnji (papir, boja, otopina za vlaženje), i ti faktori ne smiju nimalo utjecati na kvalitetu tiskovnih i slobodnih površina za vrijeme tiska.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Povijest tiskarstva

2.1.1. Tiskarska preša i pomična metalna slova (Johannes Gutenberg)

Početak grafičke industrije smatra se trenutak kada je Johannes Gutenberg, oko 1440. godine, izradio prvu tiskarsku prešu na kojoj je otisnuo Bibliju u dva stupca i 42 redaka (sl. 1.). Njegova preša bila je izrađena od drveta po uzoru na vinarsku prešu. Osim konstrukcije preše, velikom inovacijom se smatraju i pomična metalna slova koja su tvorila tiskovnu formu, te upotreba boje na uljnoj osnovi koja je bila kvalitetnija i postojanija od boje koja se do tada koristila, i bila je pripremljena na vodenoj osnovi. U tom vremenu postojala je potreba za većim brojem knjiga, a veličina Gutenbergove inovacije može se vidjeti u brojkama kada se usporedi 3.600 stranica koje je mogla otisnuti Gutenbergova tiskarska preša sa pomičnim slovima u jednom danu (sl. 2.), s 40 stranica koje je mogla otisnuti dotad poznata tehnologija otiskivanja (gravirane tiskovne forme u bakru ili cinku) i nekoliko stranica koje je u radnom danu mogla prepisati jedna osoba. [1,2].



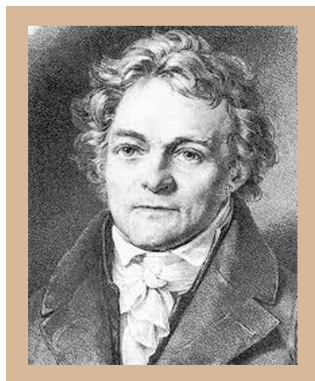
Slika 1. Johannes Gutenberg i Gutenbergova Biblija



Slika 2. Gutenbergova preša i pomična metalna slova

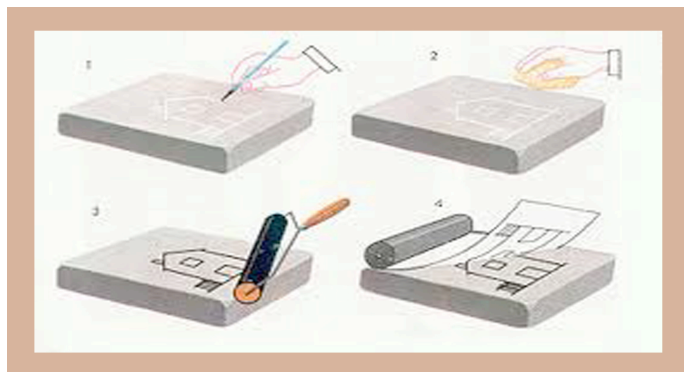
2.1.2. Litografija (Aloys Senefelder)

Nakon Gutenbergove implementacije pomičnih slova, slijedeći korak u razvoju tiskovne forme napravio je Aloys Senefelder (sl. 3.) 1796. godine kada je započeo korištenje kamena kao tiskovne forme, te se ta tehnika zvala *kamenotisak* ili *kemijski tisak*, dok se kasnije ustalio naziv *litografija* prema grčkoj riječi *lithos* koja znači kamen.



Slika 3. Aloys Senefelder

Aloys Senefelder izradio je tiskovnu formu tako što je upotrijebio vapnenačku ploču po kojoj je crtao litografskim tušem (masnom kredom). Litografski tuš je u dodiru sa vapnencem stvarao vapneni sapun. Nakon toga ploču je prelio dušičnom kiselinom koju je pomiješao sa gumiarabikom rastopljenom u vodi. Vapneni sapun odbijao je kiselu otopinu, te su na taj način samo neiscrtani dijelovi bili izloženi djelovanju kisele otopine. Nakon toga je kamen navlažio vodom, te je preko cijele površine prešao sa valjkom koji je bio premazan bojom na bazi ulja. Vlažna čista površina kamena nije primala masnu boju, već ju je primao jedino crtež (vapneni sapun) koji pak nije primio vodu. Nakon toga je postavio papir preko kamena i pritiskom je prenio boju sa kamena na papir (sl. 4.).



Slika 4. Litografija

Litografija je kao tiskovni postupak, klasični predstavnik plošnog tiska. Prvobitno je tiskovna forma bio kamen kao nosilac informacija, a kasnije je kamen zamijenila tiskovna forma izrađena od cinka, te nakon toga od aluminija. Iz litografije se razvio ofsetni tisak kao najvažniji predstavnik plošnog tiska. [1,3,4,5].

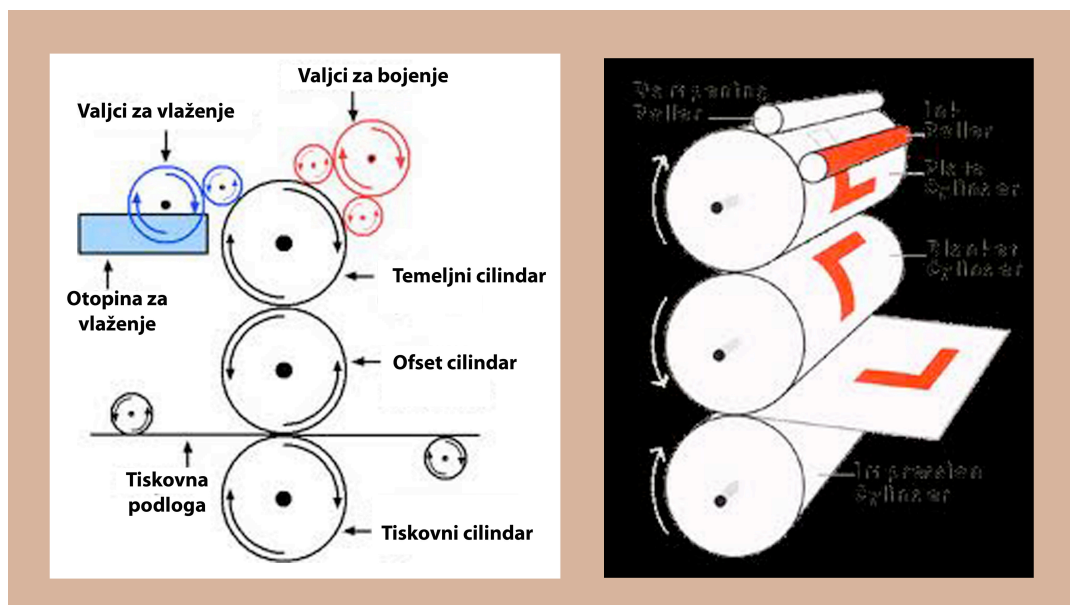
2.1.3. Ofsetni tisak

Ofsetni tisak kao indirektna tehnika plošnog tiska pojavio se dugo godina nakon Senefelderovog otkrića litografije (oko 1903. godine).

U današnje vrijeme, tehnika ofsetnog tiska je najzastupljenija u svim dijelovima svijeta. Prednost ove tehnike je brza i jednostavna priprema tiskovne forme, velika brzina otiskivanja, mogućnost tiska na različitim podlogama i relativno visoka kvaliteta otiska koja prvenstveno zavisi o tipu podloge i tipu gumene prevlake na ofsetnom cilindru.

Tiskovna forma koja se danas koristi u ofsetnom tisku karakteristična je jer se radi o monometalnoj tiskovnoj formi ravne površine. Površina se obrađuje različitim fizikalno-kemijskim procesima. Kod tiskovne forme za plošni tisak tiskovne i slobodne površine imaju potpuno različita fizikalno-kemijska svojstva, ali se nalaze približno na istoj razini. Različita fizikalno-kemijska svojstva ogledaju se u svojstvima tiskovnih površina koje su oleofilne (prihvaćaju boju) i ujedno hidrofobne (odbijaju otopinu za vlaženje), dok su slobodne površine hidrofilne (prihvaćaju otopinu za vlaženje) i oleofobne (odbijaju boju).

Po svojoj konstrukciji stroj za ofsetni tisak sastoji se od tri cilindra. Prvi cilindar je temeljni cilindar na kojeg se smješta tiskovna forma na koju se nanosi otopina za vlaženje i bojilo, drugi cilindar je ofsetni cilindar čija je površina obložena gumenom navlakom (zbog toga ga neki zovu gumeni ili gumi cilindar) koja služi za preuzimanje bojila sa tiskovne forme i prenošenje bojila na tiskovnu podlogu, i treći cilindar je tiskovni cilindar koji pritišće tiskovnu podlogu na ofsetni cilindar kako bi se ostvarilo prenošenje bojila sa ofsetnog cilindra na tiskovnu podlogu (sl. 5.). [5,6].

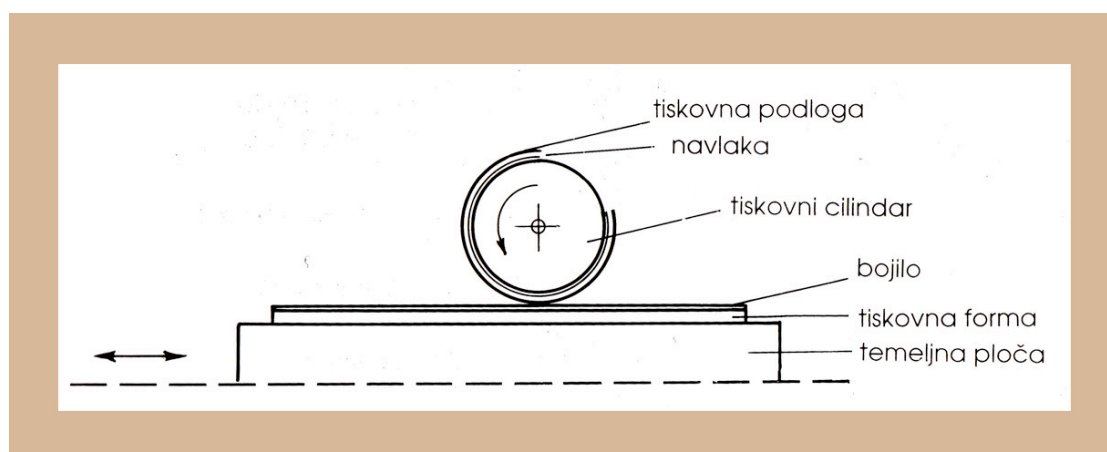


Slika 5. Princip ofsetne tehnike tiska

2.1.4. Prethodnica ofsetnih novinskih rotacija

2.1.4.1. Brzotisni stroj

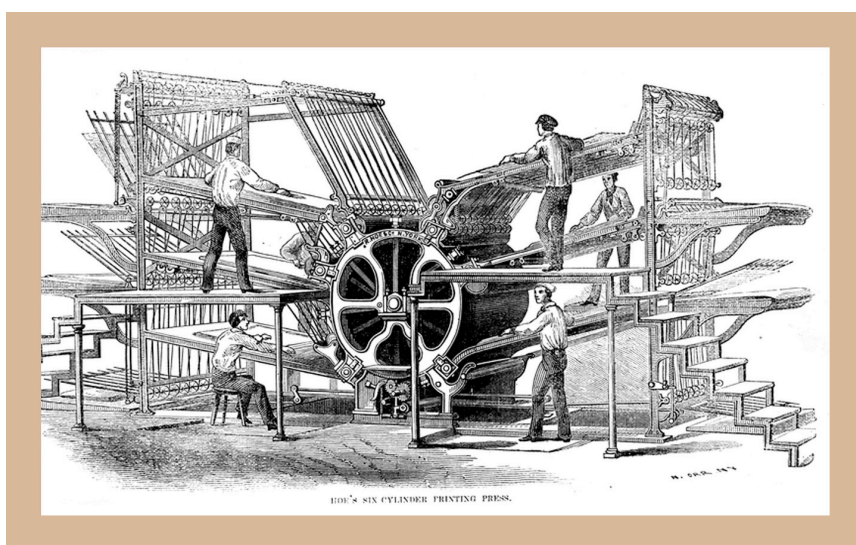
Prvi stroj na principu ravna ploča – valjak (tiskovna forma – cilindar) konstruirao je Nijemac Frederick Koenig 1811. godine. Njegov stroj je pokretan pomoću parnog pogona i mogao je otiskivati 400 otisaka na sat, što je u to vrijeme bila nevjerojatno velika brzina. Zbog brzine tiskanja ovaj i slični strojevi nazvani su brzotisni strojevi (sl.6.). [6].



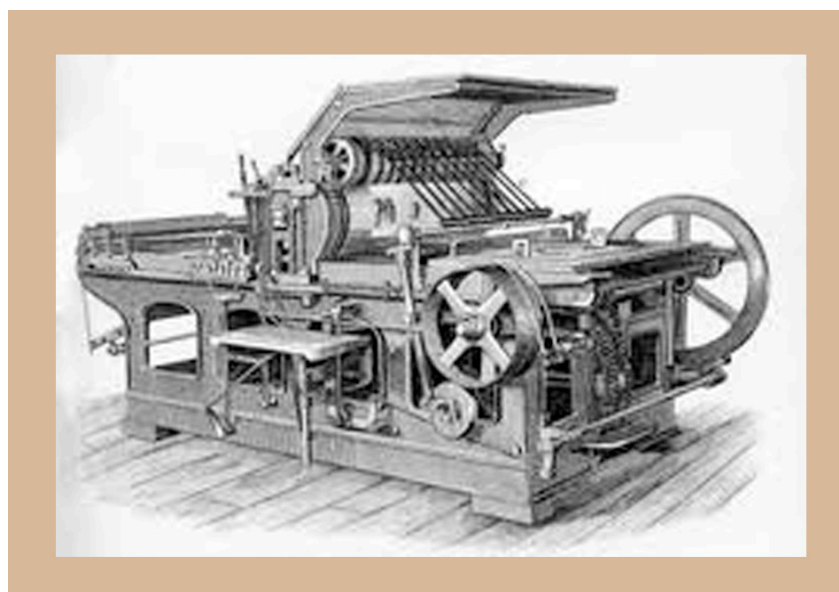
Slika 6. Shematski prikaz principa rada brzotisnog stroja

2.1.4.2. Rotacioni strojevi

Razvitkom novinarstva, brzotisni strojevi nisu mogli svojom brzinom zadovoljiti uvjete tržišta. Inovatori u novinskoj industriji osmislili su novi način tiskanja po principu valjak-valjak (cilindar-cilindar), te su takvu vrstu strojeva nazvali rotacionim strojevima. Prvi tiskarski rotacioni stroj konstruirao je Richard March Hoe u New Yorku, 1843. godine (sl.7.). Paralelno se razvijala ideja o konstrukciji takve vrste stroja i u Europi, te neki izvori navode da je prvi tiskarski rotacioni stroj napravio Hippolyte Auguste Marinoni, 1847. godine u Parizu (sl.8.).



Slika 7. Richard March Hoeov rotacioni stroj



Slika 8 Hippolyte Auguste Marinonijev rotacioni stroj

Inovaciju koju su Hoe i Marinoni napravili u svojim strojevima je da kamena tiskovna forma nije više bila plošna, već su kamenu tiskovnu formu oblikovali u cilindar. Na taj način došlo se do prvih strojeva koji tiskaju na principu *cilindar-cilindar*, tako da je tehnika tiska još uvijek direktna, otiskivalo se s tiskovne forme na podlogu. U Hoeovom timu bio je i inovator William A. Bullock koji je modificirao Hoeov stroj, tako da se moglo tiskati na papirnoj traci iz role (rolne, kotura). Hoe je kasnije usavršio svoj stroj koji je tada mogao tiskati 18.000 primjeraka na sat.

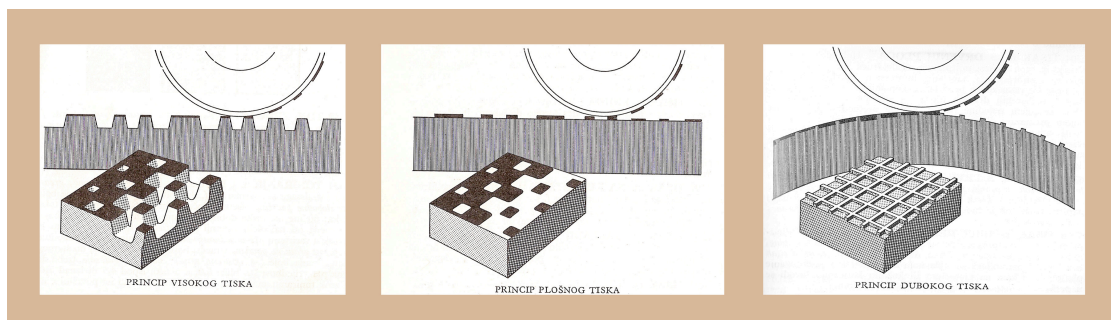
U kasnijim inovacijama kameni cilindar kao cilindar i tiskovna forma u jednom, zamijenjen je s cilindrom od lijevanog željeza na koji se montirala tiskovna forma izrađena od cinka. [7].

2.1.4.3. Indirektna tehnika tiska

Prema nekim izvorima smatra se da je Amerikanac Ira Washington Rubel 1903. godine prvi došao na zamisao indirektnih tehnika tiska na papir. Izvori navode kako je Rubel za vrijeme tiska zaboravio staviti papir u stroj, te se otisak sa tiskovne forme prenio na tiskovni cilindar. U prvom trenutku on to nije primijetio, te je umetnuo papir i napravio otisak. Rezultat je bio otisak sa obje strane papira. Međutim Rubel je došao do zaključka da je otisak prenesen s gumene podloge tiskovnog cilindra čišći, te da su rubovi otiska oštiji. Otkriće da se sa mekanog cilindra postiže kvalitetniji otisak dovelo je do ugradnje ofsetnog cilindra između tiskovne forme i tiskovnog cilindra. [8,9,10].

2.1.5. Ofsetne novinske rotacije

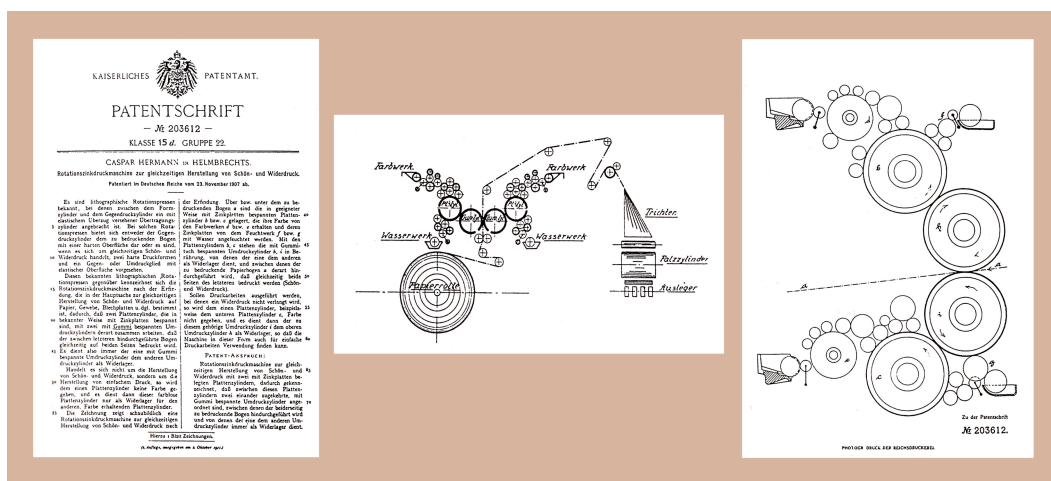
Vremenom su se razvile tri vrste novinskih rotacija, zavisno o tehnici tiska: visoki tisak, ofsetni tisak (tehnika plošnog tiska) i duboki tisak (poznatiji kao bakrotisak) (sl. 9.). Danas su najzastupljenije novinske rotacije na principu ofsetnog tiska. [1,6].



Slika 9. Glavne tehnike tiska u novinskim rotacijama

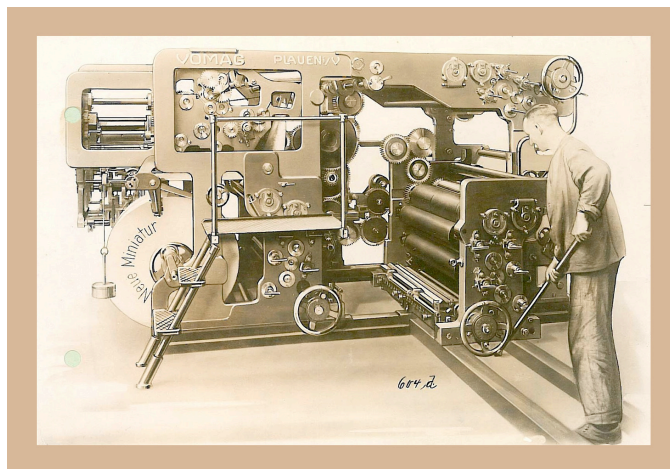
2.1.5.1. Prva ofsetna novinska rotacija

Prva prava ofsetna novinska rotacija bila je izum Caspara Hermanna, koji je svoju inovaciju patentirao 1907. godine. Inovacija se sastojala od jednog tiskovnog agregata koji je sadržavao 4 glavna cilindra (dva temeljna i dva ofsetna cilindra). Cilindri su bili postavljeni po sistemu temeljni cilindar - ofsetni cilindar - ofsetni cilindar - temeljni cilindar. Ovakvom konstrukcijom stroja, Herman je dobio obostrani tisak po principu guma-guma. Koliko je taj princip bio revolucionaran vidi se i danas, jer sve ofsetne novinske rotacije i danas tiskaju na tom principu (sl. 10., 11.).



Slika 10. Shema izuma obostranog tiska Caspara Hermanna

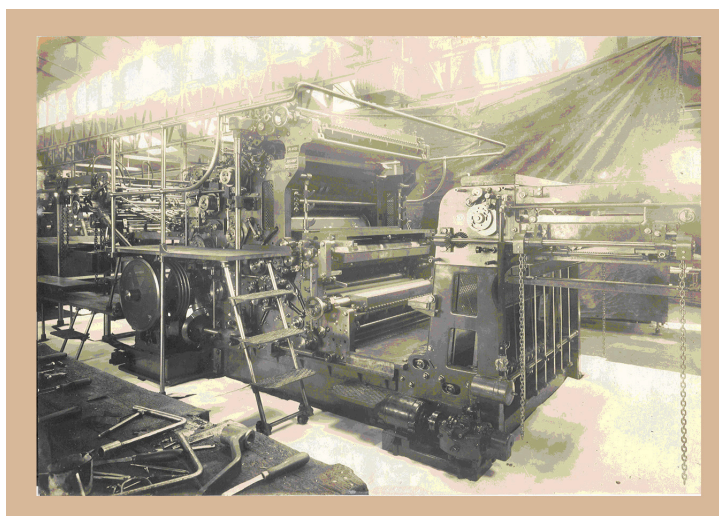
Prva novinska rotacija po patentu „guma-guma“ Caspara Hermanna izrađena je u tvornici „Vomag“ u Plauen 1907. godine. Brzina ove rotacije bila je 6.000 otisaka na sat. [5].



Slika 11. Prva novinska rotacija na principu „guma-guma“

2.1.5.2. Prva višebojna ofsetna novinska rotacija

Zbog Prvog svjetskog rata stao je razvoj novinskih rotacija, tako da je slijedeći značajan korak u novinskoj rotaciji zabilježen tek koncem 1923. godine kada je tvornica MAN proizvela prvu ofsetnu rotaciju za višebojni tisak novina. MAN-ova rotacija izgrađena je po patentu Caspara Hermanna, no razlika je bila u tome što je nova rotacija bila sagrađena od više identičnih agregata za obostrani tisak novina. Nova rotacija je, za razliku od Hermannove, bila znatno savršenija, tako da je tiskala kvalitetan višebojni obostrani tisak na papimu traku pri brzini od 30.000 otisaka na sat (sl. 12.). [1,10].



Slika 12. Prva novinska rotacija za obostrani višebojni tisak

2.1.5.3. Modularni princip izrade ofsetnih novinskih rotacija

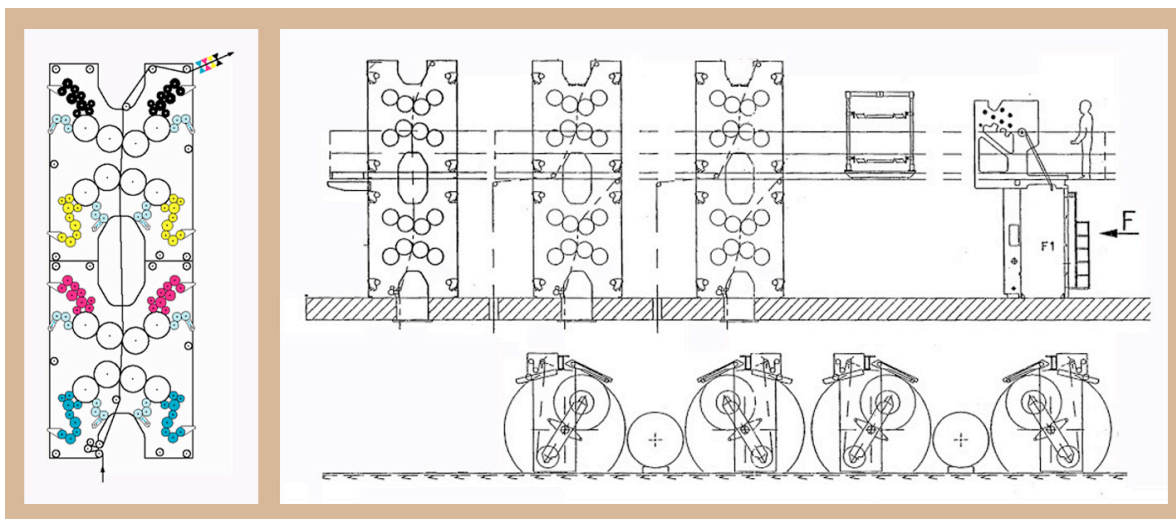
Novinske rotacije koristile su se za tisak svih vrsta novina. No, došao je trenutak kada se sve novine nisu mogle podjednako razvijati. Proizvođači strojeva nisu više mogli izrađivati univerzalne strojeve (16 ili 32 novinske stranice), jer su u određenim velikim i brzorastućim redakcijama takvi strojevi bili premalog kapaciteta (prvenstveno u velikim gradovima kao što su New York, Paris, London), a proizvodnja po narudžbi za takvu redakciju tražila je značajna financijska sredstva koja se u konačnici ne bi isplatila. Daljnje usavršavanje strojeva dovelo je do stvaranja modularne konstrukcije novinskih strojeva, gdje je određena redakcija mogla kupiti onoliko modula koliko je stranica mislila izdavati, s time da je uvijek mogla s takvim strojem tiskati i manji broj stranica od maksimalnog kapaciteta stroja. Moduli su bili jednobojni tiskarski agregati (1/1), četverobojni tiskarski agregati (4/4, takozvani novinski toranj, papirna traka prolazi vertikalno i otiskuje se obostrano boja za bojom) i uređaj za savijanje i sabiranje novina (falc-aparat). Ovi moduli mogli su se spajati prema želji kupca, a bili su pokretani pomoću elektromotora uz pomoć jedne osovine (osovinski prijenos). Također takvi modularni strojevi tiskali su samo u ofsetnoj tehnici, te su oni bili najzaslužniji što je ofsetna tehnika tiska prevladala u novinskoj industriji (sl. 13.). Moduli su bili jeftiniji, zauzimali su manje mjesta i bilo ih je lakše održavati (stariji strojevi su bili robusniji iako su mogli tiskati manji broj stranica). [9].



Slika 13. Modularni princip strojeva, shema postavljenih modula i stroj (GOSS Community)

2.1.5.4. Današnje ofsetne novinske rotacije

Zahtjev tržišta da cijele novine budu otisnute u boji uzrokuje otvaranje novih novinskih tiskara i obnavljanje tiskarskih kapaciteta, tako da na tržište dolaze samo strojevi koji mogu tiskati obostrano četverobojno, a moduli su postali *tornjevi novinskih rotacija* koji tiskaju višebojne, višetonske reprodukcije na novinskom papiru, te uređaji za savijanje i sakupljanje novina. Toranj novinske rotacije sastoji se od jedne H jedinice koju sačinjavaju dva tiskovna agregata za obostrani tisak. Sklapanjem dvije H jedinice dobije se jedan kolorni toranj kako je prikazano na slici 14. Četiri osnovne boje koje se koriste za tisak u tornju novinske rotacije su zeleno-plava (cijan), purpurna (magenta), žuta i crna.



Slika 14. Shema tornja i shema cijele novinske rotacije

U današnjem vremenu modularnost novinskih tornjeva ogleda se u količini novinskih stranica koje se može otisnuti iz jedne trake papira: 8, 16, 32, 48, 64 ili 96 novinskih stranica tabloid formata sa otisnutim bojama 4/4. Razlika u broju stranica zavisi od konfiguracije novinskog tornja. Moduli za konfiguraciju koji se danas koriste kod izbora novinskog tornja su: obujam cilindra (tiska se jedna, dvije ili više stranica u jednom okretu cilindra), dužina cilindra (različite dimenzije cilindara, a samim time i novina), vrsta boje koja će se koristiti (klasična boja za coldset ofset, boja za heatset, UV boja). Raspored i položaj stranica na tiskovnoj formi (ukoliko ih je više) zavisi o konfiguraciji novinskog tornja i uređaja za savijanje novina. [12,13].

Razvoj novinskih tiskara nije pratio i razvoj cjelokupne tehnologije (neophodna velika materijalna sredstva i vrijeme za implementaciju novih tehnologija), već su se novinske tiskare u određenom trenutku opredijelile za ulaganje samo u osnovnu proizvodnju ili samo u pripremnu proizvodnju (osim ako se novinska tiskara nije gradila od početka - greenfield). Teško se mogla naći na tržištu novinska tiskara koja je odjednom mogla ulagati u nove novinske rotacije i nove tehnologije. Porastom tržišta, morao se podizati i standard novinske kvalitete, tako da je u određenom trenutku tržište zahtijevalo da novinska tiskara mora imati novu tehnologiju u pripremnj i u osnovnoj proizvodnji. U praksi je to vidljivo iz primjera hrvatskih novinskih tiskara, jer od 2007. godine sve novinske tiskare imaju tehnologiju izrade tiskovnih formi „Computer to Plate“ (CtP – sa računala na ploču) postupkom i tiskaju na novinskim strojevima koji su sastavljeni od tornjeva (tiskara Novog lista, Tiskara Zagreb, tiskara Vjesnik, tiskara Slobodne Dalmacije). [14].

2.2. Razvoj pripremne proizvodnje u novinskoj industriji

Pripremna proizvodnja u novinskoj industriji obuhvaća procese od ideje do tiskarskog stroja. U počecima novinske industrije jedna osoba bila je urednik, novinar, izrađivač tiskovne forme, tiskar i distributer. Povećanjem tržišta, obimom posla i ubrzavanjem proizvodnje, svaki navedeni dio obavljao je jedan odjel. U početku se redakcija kao odjel gdje se formiraju ideje odvojila od proizvodnog dijela, te je proizvodni dio postao uslužna djelatnost za redakciju. U proizvodnom dijelu povećanje broja tiskara bilo je neizbježno, jer su se počeli proizvoditi sve veći i složeniji strojevi za tisak novina.

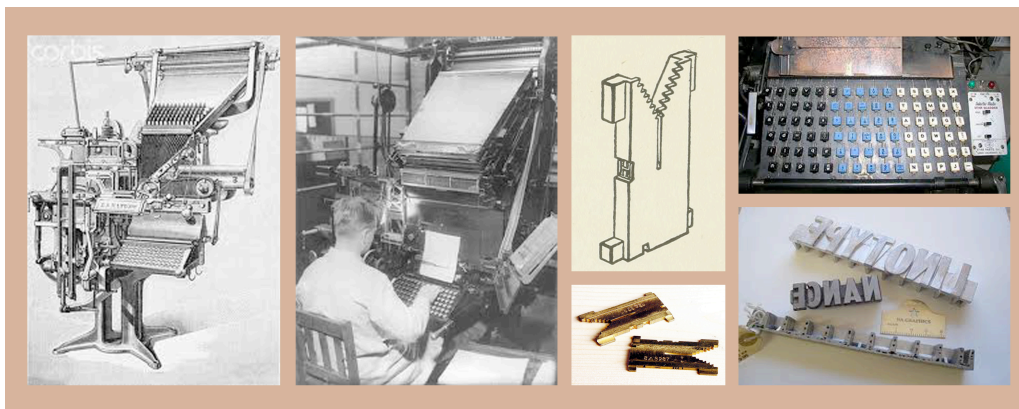
Tiskovne forme i njihova izrada, u novinskoj industriji, pratile su razvoj tiskarskih strojeva i novinskih rotacija, međutim priprema i izrada tiskovne forme uvijek je malo zaostajala za napredovanjem novinskih rotacija, jer je prvi zahtjev tržišta bio brzina produkcije novina. U trenutku kada je brzina produkcije novina došla na prihvatljivu razinu, tržište je zahtijevalo veći broj stranica. Da bi se proizveo veći broj stranica, bilo je potrebno proširiti odjel gdje su se pripremale stranice, a to je bio odjel ručnih slagara.

2.2.1. Ručni slagari

U novinskoj proizvodnji dugi niz godina, stranice su se prelamale u odjelu ručne slagarne sa metalnim pomičnim slovima i znakovima kako ih je zamislio Gutenberg. Ručni slagari su unosom slovnih znakova u određenu formu (špalta – drveni okvir koji je imao dimenzije novinske stranice), automatski proizvodili tiskovnu formu. To je bila tehnika visokog tiska koja se koristila na brzotisnim strojevima. [1]

2.2.2. Slovoslagajući stroj (Linotype)

Tehnološki napredak u ručnoj slagarni bila je uporaba strojeva za slaganje redaka. Prvi ovakvi strojevi služili su za mehanizirano slaganje slova u redak umjesto ručnog slaganja. Slagar je pritiskom na određenu tipku ispuštao željeno slovo i na taj način slagao redak. Tako složeni redak umetao se u špalte. Ovaj postupak ubrzao je slaganje redaka, ali ostalo je postupak ručnog razlaganja slova. Tijekom vremena slova su se trošila pri otiskivanju, pa ih je kroz neko vrijeme bilo potrebno zamijeniti. Ovi strojevi su se s vremenom usavršavali, te je krajnji rezultat bio olovni slovoslagajući stroj. Prvi i najpoznatiji slovoslagajući stroj bio je Linotype kojeg je izumio Ottmar Margenthaler 1886. godine. Linotype je također imao spremnik sa olovnim slovima – matricama. Matrice su se nakon pritiska na tipku tipkovnice, spuštale iz spremnika i slagale u redak. Nakon toga, na samom stroju se napravio odljev cijelog retka u olovu. Ohlađeni olovni redak se obrađivao i slagao u špalte. Tiskovna forma sada je sadržavala gotove retke. Matrice su bile izrađene po principu forme za duboki tisak, tako da se nakon izlijevanja olova po njima dobio redak prema tehnici visokog tiska (sl. 15.).



Slika 15. Stroj Linotype, matrice koje su se koristile na stroju, specijalna tipkovnica, i odljevi olovnih redaka

Povećanjem brzine rada novinskih strojeva došlo je do neizbježne modifikacije tiskovnih formi. Prve tiskovne forme sadržavale su slovne elemente visokog tiska (jedan element jedan znak) koji su bili sastavljeni u retke i špalte - okvire u kojima se radio ručni prelom stranice. Uslijed brzine rada ti su se elementi znali pomicati ili ispadati, te je dolazilo do zastoja u proizvodnji ili do prodaje nekvalitetno otisnutih novina. Također je do povećanja brzine rada novinskih strojeva došlo uporabom principa tiska cilindar-cilindar. Zato su se tiskovne forme morale prilagoditi zakrivljenosti temeljnog cilindra. Prilagodba pripremne proizvodnje ovakvom zahtjevu bila je brza i efikasna.

Gotove olovne špalte koje su se nekad koristile za tiskanje, u tom trenutku su se počele koristiti kao predložak u fazi za izradu tiskovne forme. Tiskovni elementi u špalti bili su uzdignuti (princip visokog tiska) i služili su kao matrica, forma od blago gumirane ljepenke se postavila na matricu i uz pomoć velikog pritiska dobivao se slijepi otisak na ljepenki. Slijepi otisak imao je udubljene tiskovne elemente u odnosu na matricu. Nakon dobivanja udubljenih elemenata na ljepenki, ljepenska se postavljala u zakrivljeni držač koji je odgovarao zakrivljenosti temeljnog cilindra. Zatim se lijevanjem olova ispunjavalo udubljenja u držaču ljepenke, te se rastaljeno olovo u držaču pritiskalo sa postavljenim sedlom za tiskovne elemente na koje se primalo olovo nakon što se ohladilo. Sedlo je služilo kao nosilac tiskovnih elemenata, te je sa izdignutim tiskovnim elementima izrađenim od olova predstavljalo tiskovnu formu za visoki tisak koja je mehanički pričvršćena na temeljni cilindar. Jedna takva tiskovna forma bila je teška oko 25 kg, a na sebi je imala samo jednu novinsku stranicu tabloid formata (sl. 16.). Kasnije su tešku olovnu tiskovnu formu zamijenile znatno lakše polimerne tiskovne forme s kojima se tiskalo na istim strojevima kao i sa olovnim tiskovnim formama. [1]



Slika 16. Elementi za dobivanje tiskovne forme i olovna tiskovna forma

U početcima novinske industrije slike i ilustracije nisu se tiskale (osim kod posebnih narudžbi), jer je sustav bio preskup i prespor. Međutim, tijekom godina, tržište je zahtijevalo slike i ilustracije (prvenstveno zbog principa: jedna slika je tisuću riječi). Prve slike i ilustracije su bile jednotonske.

Razvojem tehnike bakrotiska u novinskoj industriji počela se primjenjivati višetonska reprodukcija, ali se vremenom pokazalo da na taj način novine, kao proizvod, postaju sve skuplje, (troši se više boje) pa se za višetonsku reprodukciju počela koristiti tehnologija rasterskih elemenata.

Pojavom radija, a kasnije i televizije, novine su dobile konkurenciju u prijenosu informacija većem broju ljudi, a samim time i konkurenciju u ostvarivanju profita, te je započela borba za svakog čitatelja. Novinskoj industriji postala je bitna svaka minuta, jer je sve veći broj čitatelja zahtijevao raznovrsniju ponudu informacija. Informacija je morala biti što svježija, tako da se vrijeme od početka pripreme novina do distribucije zadnjeg primjerka na tržište značajno smanjilo. Tehnologija kolor televizije također je utjecala da se novinska industrija okrene prema višebojnom, i to najčešće četverbojnom tisku. Da bi se mogao ostvariti kvalitetan četverbojni tisak nije više bilo moguće tiskati na olovnim tiskovnim formama, te je u novinsku industriju implementirana polimerna tiskovna forma. Tehnologija pripreme proizvodnje za reprodukciju kolor sadržaja, u to vrijeme, bila je složena i skupa, te većina novinskih izdavača i novinskih tiskara nije si to mogla priuštiti. Većina tiskara našla je kompromis u tiskanju dvije boje, od kojih je jedna bila crna, a druga je bila ukrasna kojom su se isticali dijelovi teksta ili logotip tvrtke. To je najčešće bila crvena, plava ili zelena boja.

2.2.3. Upotreba računala u pripremnoj proizvodnji i Computer to Film

Drugi revolucionarni korak (prvi je bio upotreba Linotype slovoslagaćeg stroja) u pripremnoj proizvodnji dogodio se u trenutku kada su uvedena računala u pripremnu proizvodnju. Računala su zamijenila slovoslagalice strojeve tako što se u računala počeo unositi tekst, a kasnije i cijeli prijelom stranice. U početcima računala su zamjenjivala dio ručne pripreme i ručne montaže, ali nisu ušla u područje reprodukcije fotografija gdje su se fotografije i dalje razvijale na klasičan način. U to vrijeme najraširenija i najbrža produkcija u pripremnoj proizvodnji je bila tehnika papirne montaže.

2.2.3.1. „Papirna montaža“

„Papirna montaža“ je spoj ručne montaže i računalnog sloga. Na računalu se radio prijelom teksta, ali bez slike, i to na dimenziju jednog novinskog stupca. Ručno se radio prijelom cijele stranice, tako da se tekst izrezivao i lijepio na papir veličine novinske stranice, a uz tekst se ljepila slika.

Papirna montaža sastojala se od zadane dimenzije novinske stranice sa iscrtanim stupcima („špigl). Na špiglu su grafički urednici nacrtali izgled svake stranice, tekstovi su ispisani na papiru, fotografije su izrađivale na fotografskom papiru, te su papirni montažeri izrezivali i lijepili elemente kako im je zadao grafički urednik na špiglu, i na taj način radili prijelom stranice. Tako izrađena stranica snimala se na film, a razvijeni film pojedine stranice lijepio se na astralon prema shemi (2 ili 4 stranice lijepile su se na jedan astralon). Astralon je tanka prozirna plastična folija i služi kao nosilac montiranih filmova za izradu tiskovne forme. U procesu kopiranja astralon sa filmovima se postavljao na neosvijetljenu tiskovnu formu (najprije polimernu, a kasnije ofsetnu), te se osvijetljavanjem u uređaju za kopiranje tiskovne forme i razvijanjem dobila tiskovna forma. Princip osvijetljavanja je takav da svjetlo prolazi kroz prozirne dijelove filma i u kontaktu sa fotoosjetljivim slojem na površini ploče izaziva fotokemijske reakcije. Osvijetljena kopija zatim se razvija ručno ili automatski u razvijačicama, gdje se osvijetljeni kopirni sloj otapa i uklanja sa površine tiskovne forme, a neosvijetljeni dio kopirnog sloja koji je ostao na površini kemijski se obrađuje. Tada su se još uvijek koristile tiskovne forme za visoki tisak (najviše fotopolimerne tiskovne forme), za bakrotisak, ili ofsetni tisak. Zbog cijene proizvodnje nastavilo se sa razvojem visokog tiska na fotopolimernim tiskovnim formama i ofsetnog tiska na aluminijskim tiskovnim formama. Visoki tisak razvijao se na području Sjeverne Amerike dok se ofsetni tisak u novinskoj proizvodnji razvijao na području Europe.

2.2.3.2. DTP i CtF

Sve većim primjenom računala u pripremnoj proizvodnji dolazi do cjelokupnog prijeloma stranice na računalu, gdje se obavljala integracija slike i teksta na jednoj stranici. U tome su mnogo pripomogli i plošni skeneri (uređaji koji su sliku pretvaraju u digitalni oblik) koji su svojom cijenom, ali i veličinom, omogućili većem broju novinskih redakcija mogućnost nabave takvih uređaja.

Sistem prijeloma cjelokupne stranice na računalu dobio je naziv „DeskTop Publishing“ (DTP) ili stolno izdavaštvo koje je omogućilo dizajniranje, i redizajniranje stranica na najjednostavniji i najbrži način, te je znatno smanjio vrijeme koje se koristilo za prijelom stranica papirnom montažom.

Idejni začetnik DTP-a je Paul Brained 1985. godine. Zajednički rad raznih tvrtki omogućio je razvoj DTP-a, a najznačajnije tvrtke bile su Adobe koji je razvio softver, dok je Apple lansirao na tržište izvanredno računalo Macintosh na kojem je primijenjen software, a Linotype je razvio osvjetljivač filma Linotronic i posebne fontove koje je mogao koristiti „Macintosh“ da bi mogao upravljati Linotypeovim osvjetljivačem (sl. 17.). Izravno osvjetljavanje sa računala na film nazvano je „Computer to Film“ (CtF – sa računala na film). [16]

U tom dijelu pripremne proizvodnje najveći napredak napravila je tvrtka Linotype Hell sa svojim malim i brzim osvjetljivačima i razvijačima filma, te jeftinim i kvalitetnim plošnim skenerima (sl. 17.). Za osvjetljavanje filma koristila se laserska tehnologija, a također su uvedena i softverska rješenja za reprodukciju višetonskih slika (jednobojskih i višebojskih) RIP (Raster Image Procesor – procesor koji pretvara sliku u rasterske elemente) jedinice, te popularne kazete u kojima se spremao neosvijetljeni i osvijetljeni film koje su služile za nesmetano prenošenje osvijetljenog filma od osvjetljivača do razvijača pri dnevnom svijetlu.



Slika 17. Linotype-Hell osvjetljivač i plošni skener

Razvojem CtF tehnologije u novinskoj industriji ubrzan je rad osvjetljivača filma i razvijača filma, te je ta tehnologija cijenom mogla ponuditi tržištu i višebojne reprodukcije na novinskom papiru. U početku je višebojna reprodukcija bila nezanimljiva tržištu

(oglašivačima), jer je bila prevelika razlika u kvaliteti otiska između novinske višebojne reprodukcije i višebojne reprodukcije iz arka ili višebojne reprodukcije na premaznim papirima (heatset rotacije). Razlike su prvenstveno bile u konstrukcijama novinskih rotacija (prevelika odstupanja dozvoljene tolerancije na temeljnim cilindrima gdje se tiskovna forma postavlja na cilindar), loša kvaliteta novinskog papira (preveliko razvlačenje papira nakon što primi boju i otopinu za vlaženje), prevelika odstupanja pri ručnoj montaži pojedinih boja, pojedine stranice (brzo ručno lijepljenje filma na astralon foliju kao nosioca virtualne tiskovne forme), prevelika odstupanja pri procesu kopiranja pojedinih astralona sa filmovima (problem vakuumu ili astralona koji se nakon nekog vremena istroše pa se rupe koje služe za preciznije kopiranje prošire, ili zagrijavanje i širenje astralona kod kopiranja). [9]

Navedene probleme riješila je tehnologija na zahtjev tržišta. Povećanim brojem novinskih naslova na istom tržištu došlo je do veće konkurencije, te su novinske redakcije odlučile da njihova novina mora izgledati bolje od konkurencije kako bi privukla više čitatelja, a samim time i više oglašivača. Jedina mogućnost za povećanjem kvalitete, bile su višebojne stranice. Iako se zahtjev za višebojnim stranicama pojavio znatno prije, prijašnja tehnologija je zahtijevala značajnija ulaganja i kompleksniju implementaciju. Uz pomoć CtF tehnologije takav je razvoj u svakom pogledu bio jednostavniji i jeftiniji. Podizanjem kvalitete sa višebojnim stranicama u novinskom tisku došlo je do upotrebe kvalitetnijeg novinskog papira, ali i do značajnijeg ulaganja u tehnologiju, prvenstveno u tehnologiju pripremne proizvodnje.

Paralelno s povećanjem kapaciteta novinske rotacije razvili su se brži, kvalitetniji i veći osvjetljivači filma, a rezolucija osvjetljavanja filma se povećala, dok se brzina osvjetljavanja smanjila. Također se povećao i format osvjetljivača, tako da se osvjetljavalo odjednom dvije ili četiri stranice koje dolaze na istu tiskovnu formu za istu boju. Na ovaj način ubrzalo se vrijeme od osvjetljavanja filma do gotove tiskovne forme. Da bi se moglo pravilno osvjetliti dvije ili četiri novinske stranice na jedan film bilo je potrebno razviti softver za virtualnu impoziciju (montažu) stranica na tiskovnu formu. Ti softveri bili su prethodnica današnjih softvera za radni tok u odjelu CtP. Unapređenjem softvera, te osvjetljavanjem dvije ili četiri sparene stranice na jednom filmu, došlo je i do inovacije unutar osvjetljivača, što je rezultiralo automatskim bušenjem i rezanja filma. Bušenjem i rezanjem filma izbjegla se upotreba astralona, te je smanjeno podkopiravanje pri osvjetljavanju tiskovne forme na uređaju za kopiranje, a samim time podigla se i kvaliteta otiska u novinskoj rotaciji (bilo je moguće dobiti rasertonske vrijednosti između 3% i 8%, te između 95% i 98%).

Usavršavanjem softvera za radni tok u odjelu CtF, usavršavanjem osvjetljivača filma i pronalaskom novih fotoosjetljivih slojeva za tiskovnu formu stvoreni su preduvjeti za izravno osvjetljavanje tiskovne forme pomoću računala. Ta tehnologija nazvana je CtP (Computer to Plate).

2.2.4. CtP tehnologija i digitalni radni tok

CtP tehnologija osvjetljavanja tiskovnih formi je zasada zadnji (treći) veliki iskorak tehnologije u pripremnoj proizvodnji novinske industrije. CtP tehnologijom dobila se brzina i kvaliteta u izradi tiskovne forme, što je utjecalo na podizanje kvalitete samog novinskog otiska. Ovom tehnologijom automatski su zamijenjeni dijelovi proizvodnje (odjeli) koji su do tada postojali, tu se prvenstveno misli na odjel za osvjetljavanje i razvijanje filmova, odjel za pripremu i kopiranje tiskovnih formi, budući je u velikom broju tiskara postojao odjel u kojem su se ručno lijepili filmovi na astralone. U tim odjelima pripremne proizvodnje prevladavao je ručni rad, te je mogućnost pogreške i odstupanja bila velika: ručno montiranje filmova na astralone (pogotovo kod montiranja četverbojnih stranica), ručno postavljanje astralona na tiskovnu formu, ručno bušenje i savijanje tiskovne forme. [17]

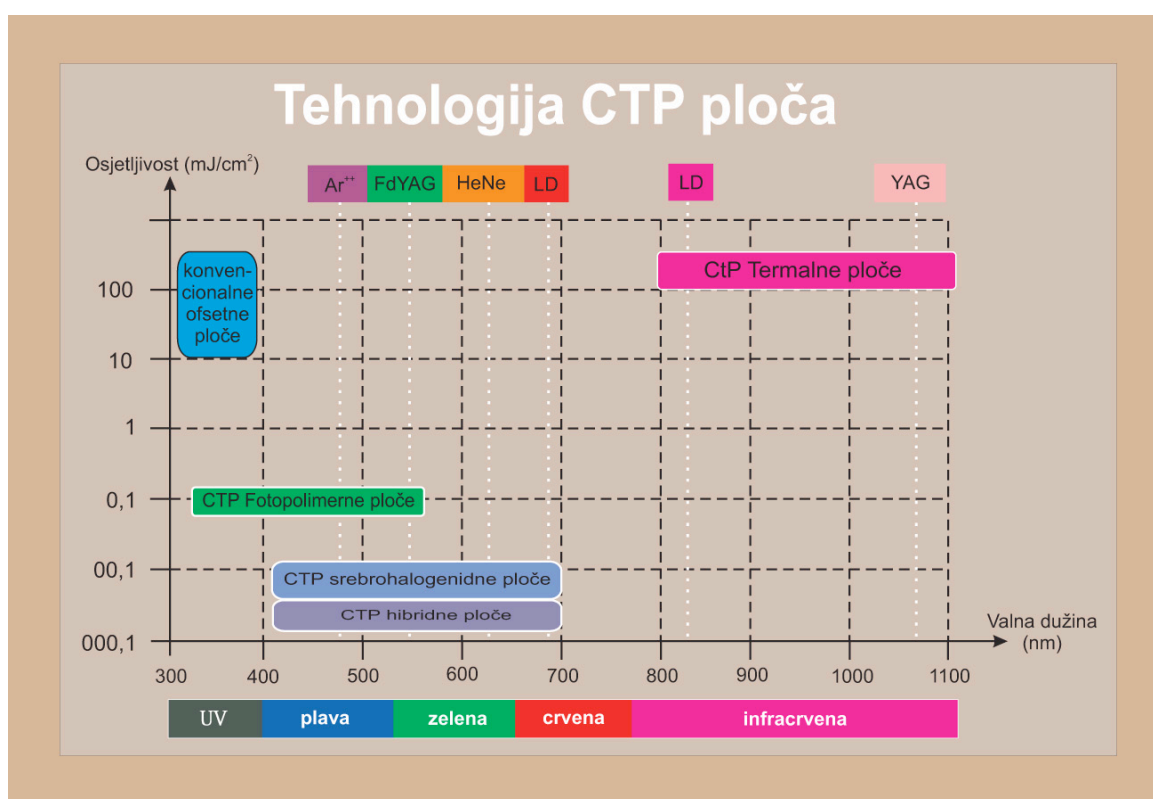
Ulaskom CtP tehnologije u pripremnu proizvodnju dobilo se preciznije pozicioniranje stranica na tiskovnoj formi, preciznije osvjetljavanje tiskovne forme bez potkopiravanja, preciznije bušenje i savijanje tiskovne forme uz softversku podršku.

Osnovni tehnološki zahtjev koji je trebao biti ispunjen da bi se CtP tehnologija mogla implementirati u radni proces tiskare bio je osjetljivost kopirnog sloja na tiskovnoj formi. Konvencionalne tiskovne forme osvjetljavale su se pomoću UV-lampi koje su radile sa velikim intenzitetom (i do 8000 W). CtP tehnologija koristi laserske izvore svjetla relativno male snage (1mW do 40 W), te je bilo potrebno pripremiti takav fotoosjetljivi sloj koji će u kratkom vremenu reagirati na izvor svjetla slabije snage (lasersku zraku).

Laserska zraka dobije se pomoću lasera (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Laser je izvor svjetla kod kojeg se, za razliku od konvencionalnih izvora, svjetlo generira mehanizmom stimulirane emisije. Laser je monokromatski izvor zračenja i zrači fotone samo jedne valne dužine (za razliku od običnog svjetla koje zrači fotone različitih

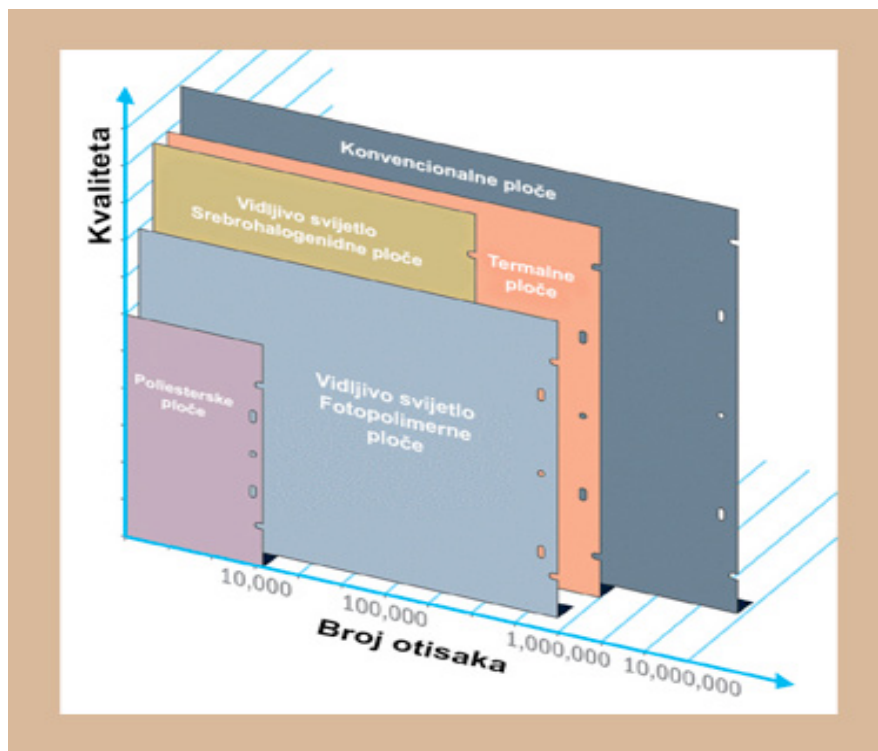
valnih dužina.) Laserska zraka se dobije pomoću konkavnih zrcala u optičkom rezonatoru koja reflektiraju svjetlo tako da se stvara jedinstvena koncentrirana zraka s definiranim smjerom. Svaki tip lasera emitira za njih fotone karakterističnih valnih duljina. Laseri se dijele na plinske lasere (argon-ion i helij-neon), lasere od krute tvari (FDNd YAG i NdYAG), laser diode (ljubičasta, crvena i infracrvena) i vlaknaste lasere (infracrveni).

Zavisno o kemijskom sastavu fotoosjetljivog sloja zavisi i njegovo područje osjetljivosti, odnosno područje spektra zračenja u kojem fotoni iz izvora zračenja mogu izazvati fotokemijsku reakciju unutar sloja (sl. 18.).



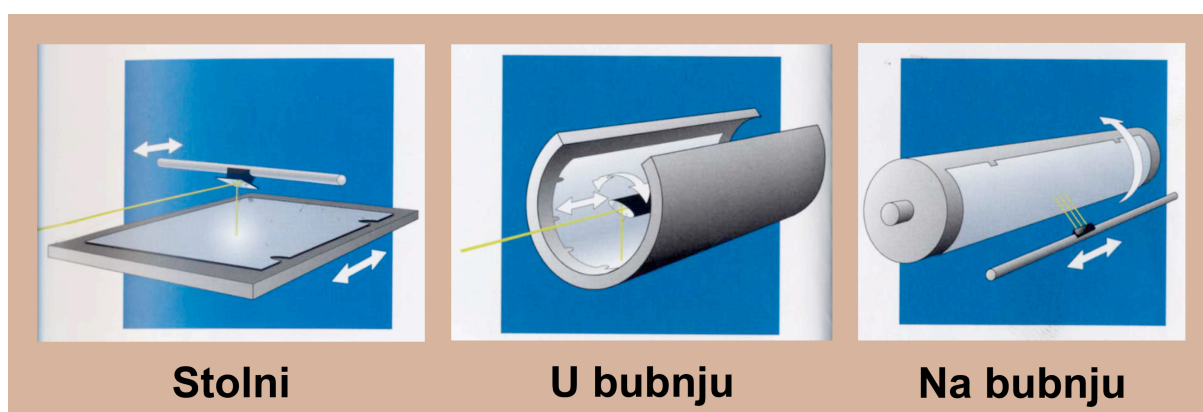
Slika 18. Emisija lasera i osjetljivost fotoosjetljivih slojeva

Upotreba određenog tipa tiskovne forme zavisi o proizvodu koji se treba otisnuti na tiskarskom stroju. Uvjeti koji se moraju uzeti u obzir kada se izabire vrsta tiskovne forme su: kvaliteta otiska (kopirni sloj na tiskovnoj formi), izdržljivost sloja na tiskovnoj formi zavisno o broju otisaka (sl. 19.).



Slika 19. Tipovi tiskovnih formi i njihov međusobni odnos s obzirom na kvalitetu i izdržljivost tiskovne forme

CtP osvjetljavači su konstruirani tako da se tiskovna forma osvjetljava pomoću laserske zrake ili emisijom dioda. Danas postoje tri vrste osvjetljavača, a dijele se prema načinu smještanja tiskovne forme pri osvjetljavanju: stolni (flat-bed), u bubnju (internal drum) ili na bubnju (external drum) (sl. 20.).



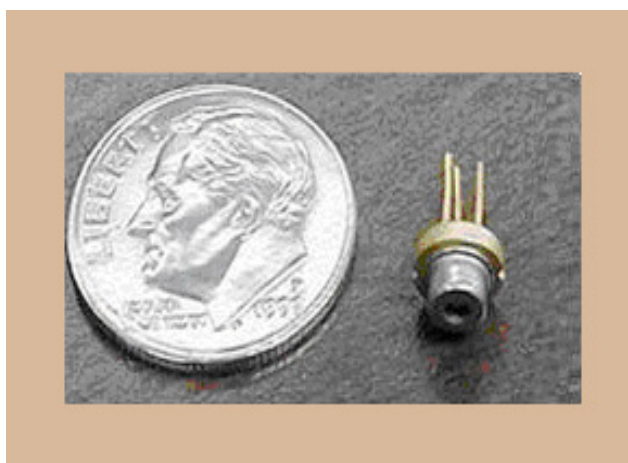
Slika 20. Podjela osvjetljavača prema načinu smještanja tiskovne forme u osvjetljavaču

U novinskoj proizvodnji najzastupljeniji su stolni osvjetljavači. Ovim osvjetljavačima osvjetljavaju se srebrohalogenidni i fotopolimerni fotoosjetljivi slojevi. Fotoosjetljivi slojevi

sa emulzijom srebrnog halogenida imaju područje osjetljivost sličnu kao klasični fotografski film, što rezultira brzim osvjetljavanjem tiskovne forme s relativno malom snagom lasera. Fotopolimerne tiskovne forme zahtijevaju oko sto puta veću energiju, ali i to je zanemarivo mala energija ako se uzme u obzir klasični način osvjetljavanja tiskovne forme pomoću filma. Loša karakteristika fotoosjetljivog sloja na srebrohalogenidnim i fotopolimernim fotoosjetljivim slojevima je njegova osjetljivost na plavi dio spektra (fotoosjetljivi sloj kod srebrohalogenidne tiskovne forme osvjetljava se sa laserskom zrakom valne duljine od 405 nm) te se rukovanje provodi u mraku ili pod žutom rasvjetom. [18]

CtP uređaji za osvjetljavanje srebrohalogenidnih i fotopolimernih fotoosjetljivih slojeva koriste ljubičasti izvor zračenja te ih zbog toga zovu Violet (ljubičastom) tehnologijom. Laser za ove osvjetljivače preuzet je iz tehnologije osvjetljavanja DVD-a i malo modificiran tako da mu je cijena ostala niska, ali mu se snaga povećala do 100mW, dok je ranije iznosila oko 5 mW.

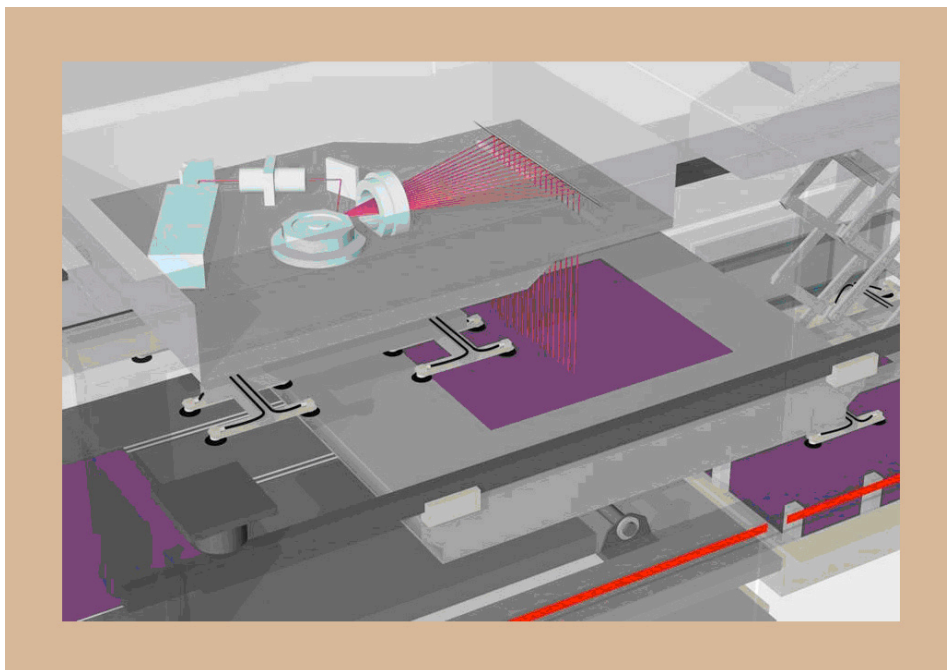
Ljubičasta laser dioda emitira svjetlo od 405 do 410 nm, koja spada u ljubičasti dio vidljivog dijela spektra i može osvjetliti CtP Violet tiskovnu formu koja ima emulziju na bazi srebrohalogenida. Karakteristike violet dioda su: male dimenzije, efikasnost i preciznost, izravno moduliranje (jednostavnija optika), ekonomičnost, pouzdanost (sl. 21.).



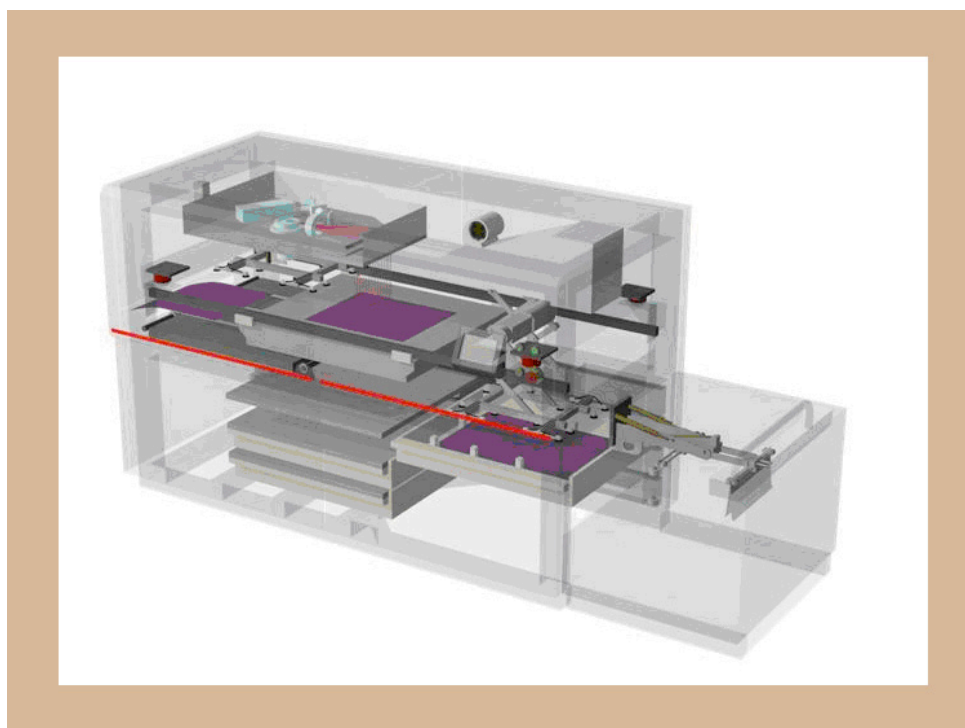
Slika 21. Dimenzijska usporedba diode

Stolni CtP uređaj sastoji se od laserske jedinice (sl. 22., 23), kazete u kojoj su smještene neosvijetljene tiskovne forme, pneumatske ruke za podizanje tiskovne forme iz kazete, klizećeg stola (na njega se postavlja neosvijetljena tiskovna forma), pneumatske ruke za

podizanje osvijetljene tiskovne forme, beskonačne trake koja transportira osvijetljenu tiskovnu formu iz osvijetljivača.



Slika 22. Prikaz osvijetljavanja laserskom zrakom u stolnom CtP osvijetljivaču



Slika 23. Unutrašnjost stolnog CtP osvijetljivača

Za stolni CtP osvjetljivač ručno se ulažu neosvijetljene tiskovne forme u kazetu, te se nakon toga osvjetljivač zatvara. U kazetu stane do 500 tiskovnih formi istih dimenzija. Prije osvjetljavanja, pneumatska ruka podiže tiskovnu formu iz kazete i smješta je na klizeći stol. Nakon što je tiskovna forma pravilno smještena, pričvrsti se pomoću vakuumskih pumpica koje su montirane u stolu. Stol s tiskovnom formom klizi prema laserskoj zruci, te u trenutku kada dođe ispod laserske zrake, senzor pokreće lasersku zraku i počinje osvjetljavanje fotoosjetljivog sloja (sl. 22.). Kada je cijela tiskovna forma osvijetljena, laserska zraka se gasi, stol se zaustavlja, a druga pneumatska ruka podiže osvijetljenu tiskovnu formu sa stola, dok u isto vrijeme prva pneumatska ruka podiže slijedeću neosvijetljenu tiskovnu formu iz kazete (sl. 23). Klizeći stol se vraća u početni položaj kako bi primio slijedeću tiskovnu formu za osvjetljavanje, a pneumatska ruka spušta osvijetljenu tiskovnu formu na beskonačne trake koje je transportiraju iz osvjetljivača i prenose u stroj za razvijanje.

Stolni CtP uređaj je konstruiran za obavljanje najpreciznijih i najzahtjevnijih poslova osvjetljavanja u liniji. Opremljen je elektronskom kontrolom promjenjivih vakuumskih zona i tehnologijom mikropodešavanja smještaja tiskovne forme na stolu koja kontrolira svaku tiskovnu formu i osigurava savršene pasere. Ljubičasta (violet) laserska dioda jamči kvalitetu i idealan rasterski element na svakoj tiskovnoj formi. Uređaj ima preciznost od $\pm 25 \mu\text{m}$ i $\pm 5 \mu\text{m}$ za podešavanje položaja tiskovne forme na stolu.

Uređaj za osvjetljavanje tiskovne forme optimizira orijentaciju tiskovne forme s ciljem postizanja maksimalne brzine. Obrada i osvjetljavanje kolora visoke rezolucije odvija se izuzetno brzo, a sofisticiran i jedinstven sistem kontrole smještanja tiskovne forme na stol jamči visoko kontroliranje separacija.

Velika brzina osvjetljavanja postiže se dinamički balansiranim spinnerom brzine od 4.000 okretaja u minuti. Vrhunsku kvalitetu osvjetljavanja osiguravaju linearni motor submikronske rezolucije, elektronika od nekoliko GHz, 100 mW ljubičasta laserska dioda s temperaturnom kontrolom i spinner koji umjesto leća koristi zračni jastuk. Ova ljubičasta laserska dioda zamjenjuje zastarjelu složenu optiku jednim optičkim kabelom, povećava iskorištenje dostupne snage laserske zrake i omogućava zamjenu laserskog modula bez kompliciranih podešavanja. Centralno mjesto u elektronici zauzima standardni Intel™ PC, zamjenjujući namjensku elektroniku, što omogućava poboljšanu funkcionalnost, kao što su ugrađena daljinska dijagnostika i praćenje pogrešaka. [19]

Radni tok se bavi automatizacijom procedura i procesa gdje se dokumenti, informacije ili zadaci prosljeđuju između sudionika prema definiranom skupu pravila s ciljem postizanja, unapređenja ili doprinosa cjelokupnog poslovnog cilja. Radni tok može biti organiziran bez nazočnosti programske podrške, ali u praksi većina radnih tokova organizira se unutar konteksta IT (*Information Technology*) sustava s ciljem pružanja podrške proceduralnoj automatizaciji.

Osnovni ciljevi svakog, pa tako i novinskog radnog toka su automatizacija, integracija i upravljanje procesom. Novinski radni tok je cjelovit, pravocrtni radni proces podijeljen u niz procesnih segmenata. U svakoj od procesnih faza izvode se određene funkcije koje predstavljaju korake u procesu proizvodnje čiji je cilj tiskovina spremna za distribuciju. Sve te funkcije izvode se unutar upravljanog radnog procesa koji se nastoji maksimalno digitalizirati. Najveći stupanj digitalizacije radnog toka je primijenjen u CtP radnom toku, kako bi se ljudska pogreška svela na minimum i time dobila brzina izrade i kvaliteta konačnog proizvoda (tiskovne forme).

Većina današnjih modernih radnih tokova temelji se na XML-u. XML (eXtensible Markup Language) je jezik koji je razvio W3C (World Wide Web Consortium). World Wide Web je distribuirani hipermedijski mrežni servis danas dostupan najširem krugu korisnika interneta. WWW je temeljen na sljedećim standardima:

- HTML (HyperTextMarkupLanguage) standard za pisanje WWW dokumenata
- URL (UniformResourceLocator) standard za dodjeljivanje adrese WWW dokumentima
- HTTP (HyperTextTransport Protocol) protokol za pristup i prijem hipertekst dokumenata
- CGI (CommonGatewayInterface) standard za pisanje WWW interaktivnih programa.

Zbog jednostavnosti i širine koja se dobila korištenjem XML-a, većina programskih rješenja za radni tok radi u web pregledniku (np. Internet Explorer, Mozilla Firefox itd.) pomoću virtualnih IP adresa, što omogućava jednostavan i brz pristup programima u radnom toku bez

posebnog instaliranja programa na lokalno računalo. Jednostavnije rečeno, unutar mrežnog sustava (intranet) sa bilo kojeg računala može se ući u radni tok i odraditi zadani posao.

CtP odjeli baziraju se na sistemu PDF radnog toka. Svi ulazni parametri i ulazi u programska rješenja baziraju se na manipulaciji sa PDF datotekama. Na početku razvoja radnih tokova u CtP sustavima postojala su različita programska rješenja od PS datoteka do EPS datoteka, ali se pojavom PDF-a počeo primjenjivati PDF standard na kojem su danas bazirani svi radni tokovi za CtP odjele.

Portable Document Format (PDF) razvijen u Adobeu, u početku je bio namijenjen za razmjenu dokumenata između različitih računala unutar ureda, kako bi nestala potreba za instalacijom kompletnog softvera i svih fontova koje je neki dokument sadržavao da bi on bio čitljiv.

Snažni razvoj tiskarske industrije primorao je Adobe da razvije novu proširenu verziju PDF-a koja će omogućiti i primjenu takvih dokumenata za tisak na ofset strojevima. Verzija 1.3 koja je izašla zajedno s Acrobat softverom verzije 4.0 obuhvatila je praktički sve značajne specifikacije potrebne u tiskarskoj produkciji, a temeljena je na PostScript 3 tehnologiji. Posljednje dopunjeno izdanje PDF-a nosi oznaku 1.4.

S obzirom na brojne mogućnosti, PDF radni tok ima značajan utjecaj na učinkovitost. Nekada je uobičajeni radni tok bio podešen sa bitmap datotekama u kojima su se rastrirane stranice slale u visokoj rezoluciji. Takav način je nudio visok stupanj pouzdanosti, ali je zbog veličine datoteka bio zakočen brzinom i fleksibilnošću. Bitmap datoteke nisu samo glomazne i samim tim opterećuju telekomunikacijske sustave, one se također ne mogu koristiti kao ulazni format za alternativne medije. PDF daje pouzdanost bitmap- radnim tokovima i učinkovitost kompaktnih formata podataka. Dok se u današnjim radnim tokovima post-script datoteke (PS) prije prenošenja moraju RIP-om rastrirati u bitmape ili najprije pretvoriti u PDF datoteku pa onda RIP-om rastrirati, interpretacija i rastriranje u PDF- radnim tokovima odvijaju se odvojeno, tako da se prenošenje može obaviti i između ta dva koraka.

Fleksibilnost i efektivnost PDF formata, koji može obuhvatiti sve elemente važne za izdavaštvo, postavlja ga kao standard u sadašnjosti i budućnosti grafičke industrije. Kao format za prijenos publikacija za tisak, te njihovo arhiviranje, preporučen je od nekoliko

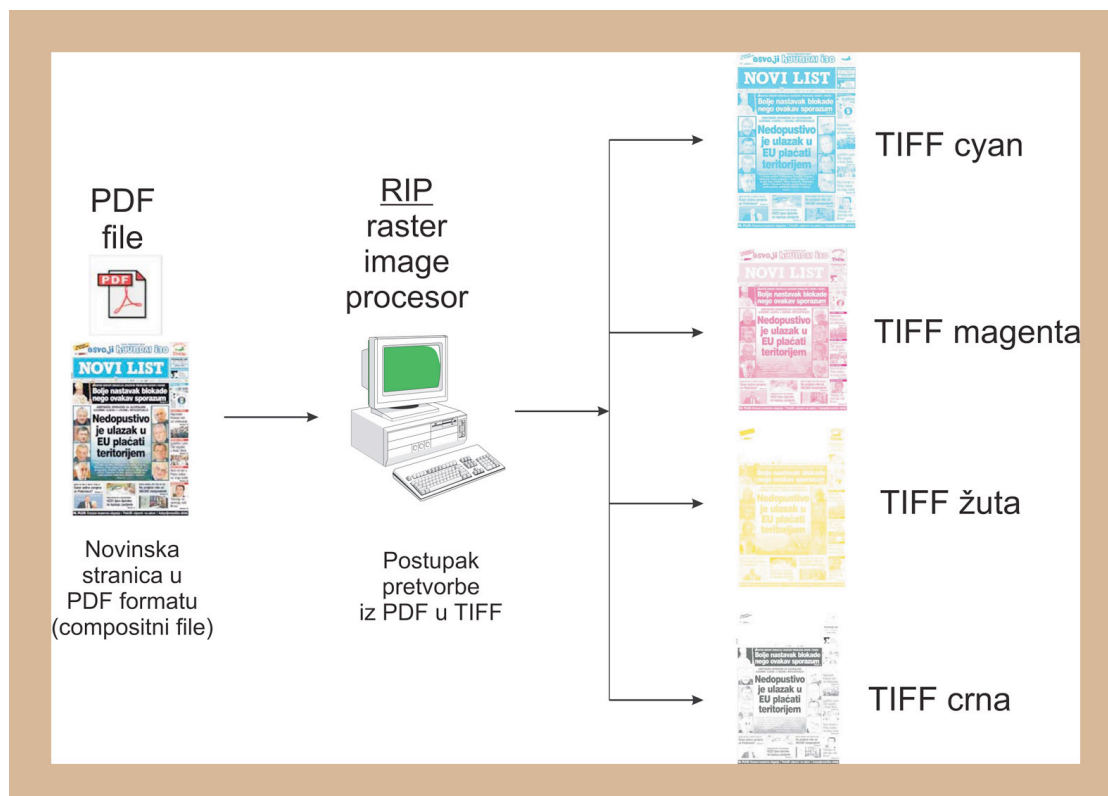
svjetskih organizacija, poput američkog komiteta za standarde (CGATS - Committee for Graphic Arts Technologies Standards), kao i od ISO organizacije (International Standards Organisation).

Smatran kao mlađi brat PostScript tehnologije, PDF u nekim segmentima prilično nadilazi samu PostScript tehnologiju. To se najviše može zaključiti po tome što je PS namijenjen prvenstveno za ispis na pisačima i drugim ispisnim uređajima, dok PDF uključuje funkcije koje su namijenjene prilagodbi dokumenata za prikaz na svim vrstama izlaznih uređaja - od monitora, preko pisača pa sve do ofset strojeva. PDF je u potpunosti objektno orijentiran, što znači da su svi elementi koji opisuju pojedinu stranicu unutar nekog PDF dokumenta praktički međusobno neovisni – može ih se editirati i spremati bez utjecaja na ostale elemente unutar datoteke. Primjerice, ukoliko se iz PDF dokumenta kopira određena stranica ili pojedini objekt u drugi PDF dokument, tom procedurom će se istovremeno kopirati sve pripadajuće elemente sa stranice/objekta (tekst, grafika, fontovi). Dok PS datoteka mora prilikom otvaranja proći kroz standardnu proceduru RIP interpretora, gdje se sekvencijalno linija po linija koda predvodi i pretvara u rastersku sliku, PDF sa svojom objektnom strukturom prilikom otvaranja nije podložen proceduri interpretiranja koda, već samo prilagođavanju elemenata unutar datoteke kako bi se sadržaj prikazao na zaslonu ekrana.

Još jedna vrlo bitna prednost objektnosti PDF-a je u tome što je samim time omogućeno jednostavno pretraživanje PDF dokumenata, jer svaka PDF datoteka osim pojedinačnih objekata sadrži i neku vrstu baze podataka o svim pripadajućim elementima. Time PDF postaje pogodan kao format za arhiviranje. Dokumenti spremljeni u PDF-u mogu sadržavati i linkove na pojedine objekte unutar stranica tog ili nekog drugog dokumenta (teksta, slike) čime je pretraživanje i većih PDF arhiva vrlo efikasno. S obzirom da su PostScript, kao jezik za opis stranica i PDF kao format temeljeni na istom grafičkom modelu, omogućeno je međusobno konvertiranje PS u PDF datoteke i obratno.

Ukoliko odjel CtP dobije stranicu u PS formatu kreiranu u redakcijskom sistemu, potrebno je proći kroz određeni preddefinirani proces, odnosno potrebno je pretvaranje PS datoteke u PDF datoteku pomoću programa „Apogee Normalizera“ (baziranom na Adobe Acrobat Distilleru).

Dobiveni PDF dokument potrebno je kasnije pomoću programskog rješenja unutar radnog toka pretvoriti u TIFF format datoteku. PDF datoteka se pomoću RIP-a pretvara u TIFF (Tag-based Image File Format) datoteku, i to u one-bit-TIFF format datoteku.



Slika 24. Postupak pretvaranja PDF datoteke u 4 TIFF datoteke

Format TIFF datoteke podržava sažimanje podataka bez gubitaka, ali može pohranjivati i nesažete podatke. Može sadržavati slike koje imaju od 2 do 16.777.216 boja (ili nijansi sive boje). Koristi se za sve namjene od pohrane crteža i jednostavnijih slika do fotografija. Prednosti formata u odnosu na BMP format je što zauzima manje memorije u odnosu na JPEG format kvaliteta slika.

U novinskom radnom toku koristi se One-bit-TIFF oblik datoteke. To je specifičan TIFF format datoteke kojeg koristi grafička industrija pri izradi filmova, ispisa za provjeru i izradu tiskovnih formi. One-bit označava TIFF datoteku kao nosioca podataka o pikselima, gdje su pikseli bijeli ili crni (piksel je uključen ili isključen). Ovakav format datoteke je pogodan pri osvjetljavanju tiskovnih formi.

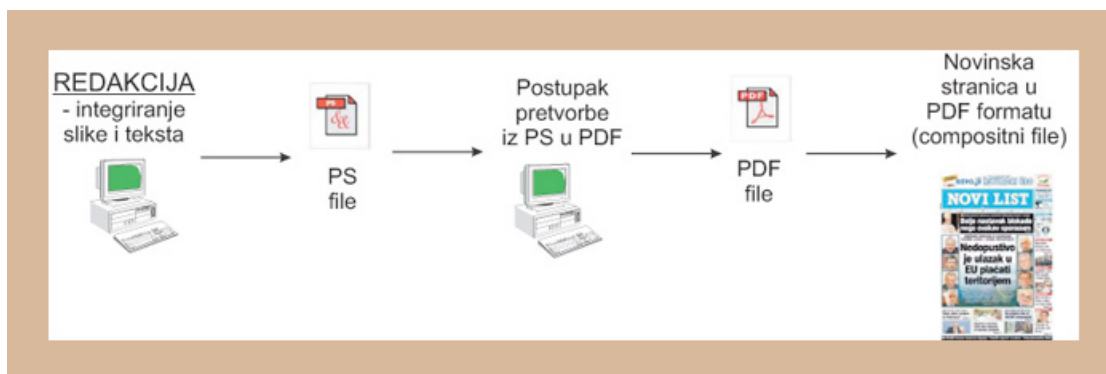
2.3. Proces rada u novinskoj proizvodnji

Proizvodni lanac u novinskoj tiskari počinje od odjela CtP (izrada tiskovne forme). Redakcija gotove materijale šalje u digitalnom obliku (najčešće u PDF formatu datoteka) odjelu CtP. Odjel CtP pristigle materijale obrađuje i izrađuje tiskovne forme kao nosioce informacija. Tiskovne forme se u odjelu CtP automatski buše i savijaju kako bi mogle biti postavljene na temeljne cilindre. Odjel novinske rotacije postavlja tiskovne forme na temeljne cilindre. Kada su sve tiskovne forme postavljene na temeljne cilindre, pokreće se novinska rotacija. Sve novinske rotacije na prostoru Hrvatske su ofsetne novinske rotacije. Pri pokretanju novinske rotacije podešava se odnos otopine za vlaženje i bojila na tiskovnoj formi, te se preko ofsetnog cilindra vrši tisak na traku novinskog papira. Najčešće korišteni novinski papiri su $42,5 \text{ g/m}^2$ i 45 g/m^2 . Otisak se vrši tako da se u tornju obostrano najprije otisne cijan, pa magenta, pa žuta, pa crna boja. Otisak se dalje na papirnoj traci prenosi do uređaja za savijanje i rezanje koji kao konačan produkt šalje gotove novine na transportnu traku. Transportnom trakom se novine prenose u odjel Ekspedita gdje se, ovisno o potrebi, u njih automatski ubacuju prilozi. Novine sa ubačenim priložima nastavljaju put pomoću transportne trake do uređaja za sakupljanje novina, koji sakuplja određeni broj novina, a te novine moraju biti u zadanom paketu (svi paketi ne moraju sadržavati isti broj novina, a količina u paketu se određuje pomoću programa kojeg definiraju Tiražeri (odjel koji određuje distribuciju novina na prodajna mjesta)). Na paket novina se postavlja pasica (označava prodajno mjesto sa adresom i količinu novina u paketu) te se paket veže plastičnom trakom i predaje odjelu Transporta koji distribuira pakete do prodajnih mjesta (kioska). [20]

2.4. Proces rada u odjelu CtP

Odjel CtP zadužen je za izradu tiskovnih formi. Postupak izrade tiskovne forme kreće od PDF datoteke kao ulaznog podatka i nosioca virtualnih informacija, a završava sa tiskovnom formom kao mehaničkim nosiocem informacija. Obzirom da su programi kojim se služe u odjelu CtP bazirani na PDF radnom toku, ulazne datoteke u sistem moraju biti u PDF formatu. Ukoliko datoteke dolaze u PS formatu, potrebno ih je softverski obraditi i prebaciti u PDF format prije nego li uđu u sistem (radni tok kojeg kontrolira jedan program). Kod novinskih radnih tokova bitno je istaknuti kako jedna PDF datoteka nosi informaciju jedne novinske stranice, te ime te datoteke mora biti strogo definirano prema dogovorenim

pravilima kako bi se određena stranica automatski smjestila na pravo mjesto na virtualnoj tiskovnoj formi, a kasnije i na gotovoj tiskovnoj formi.



Slika 25. Procedura pretvaranja PS datoteke u PDF datoteku

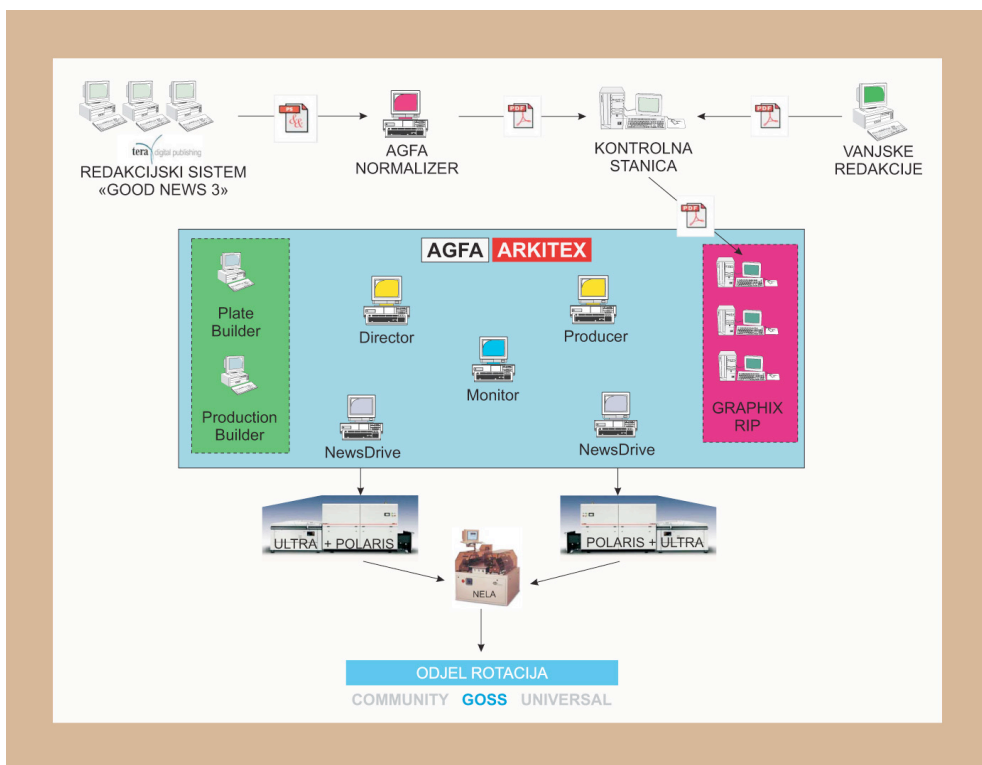
Redakcija određuje koliko će stranica imati određeno izdanje novina, pa na temelju te informacije odjel CtP priprema u specijaliziranom softveru prazne virtualne tiskovne forme. Ovim softverom određuje se koliko će stranica biti na jednoj tiskovnoj formi, te nakon toga softver automatski raspoređuje koje su stranice na određenoj tiskovnoj formi (np. 1-12-37-48 stranica su na jednoj tiskovnoj formi).

Novinska redakcija nakon što prelomi stranicu u svom softveru, šalje je kao PDF datoteku u CtP. Odjel CtP ubacuje PDF datoteke u svoj radni tok koji procesuirá PDF datoteku i u TIFF formatu je smješta na virtualnu tiskovnu formu. Operater u odjelu CtP pregledava nove TIFF datoteke i odobrava njihovo smještanje na virtualnu tiskovnu formu. Kada se određena virtualna tiskovna forma popuni sa sve četiri TIFF datoteke, operater u odjelu CtP pregledava virtualnu tiskovnu formu i to sve četiri boje pojedinačno i odjednom (kompozitno – operater vidi virtualnu sliku otiska sve četiri boje kakav bi trebao izaći na novinskom papiru). Ukoliko operater u CtP ocjeni da je sve uredu sa pregledanim virtualnim formama, on ih šalje na osvjetljavanje u uređaj za osvjetljavanje tiskovnih formi. U novinskoj proizvodnji najčešća je konfiguracija CtP uređaja takva da su osvjetljivač i razvijačica tiskovnih formi u jednoj liniji kako bi se smanjilo vrijeme za izradu tiskovne forme, te je nakon razvijačice postavljen i transporter koji prenosi tiskovnu formu do uređaja za automatsko bušenje i savijanje tiskovne forme.

Kada je tiskovna forma osvjetljena, razvijena, izbušena i savijena, operater u odjelu CtP još jednom vizualno pregledava gotovu tiskovnu formu i nakon toga ukoliko ocjeni da je tiskovna forma dobra, prepušta je odjelu novinske rotacije. [15]

2.5. Proces izrade tiskovne forme CtP radnim tokom

CtP radni tok je PDF radni tok odnosno digitalni sistem u kojem se koristi PDF format datoteka. Pod digitalnim sistemom podrazumijevaju se osnovni programi za impoziciju stranica (izrada digitalne tiskovne forme), te ostali popratni programi i baze podataka koji sa osnovnim programom tvore jedinstvenu cjelinu CtP radnog toka (sl.26).



Slika 26. Radni tok u odjelu CtP u Novom listu

AGFA CtP radni tok temelji se na dva serverska računala koja služe kao baze podataka. Na jednom serverskom računalu postavlja se program „Arkitex Director“ koji nadzire sve procese unutar radnog toka (rad programima AGFA radnog toka), te također služi i kao baza podataka. Na drugom serverskom računalu postavlja se program „Arkitex Producer“ koji usklađuje (koordinira) rad programa unutar radnog toka. Navedena dva računala moraju imati pojačane hardverske komponente što osigurava rad cijelog sustava, te ujedno ta dva računala služe jedan drugome kao pomoć za pohranu podataka, jer se svakih 30 minuta provodi snimanje stanja jednog računala i snimljeno stanje se kopira na drugo računalo, kako bi se dobili identični podaci na oba računala. Ovakav princip osigurava sigurniji rad, jer ukoliko dođe do kvara na jednom računalu, drugo automatski preuzima njegovu funkciju, ali nastavlja

i sa svojom bez gubljenja podataka. U tom slučaju dolazi do sporijeg rada sistema, ali u novinskoj produkciji to je jeftinije rješenje od potpune blokade sistema ili kupovine paralelnog sistema koji je u hladnom pogonu. [21,22]

Osim „Directora“ i „Producera“ u radnom toku koriste se programi „PlateBuilder“, „ProductionBuilder“, „Monitor“, „Grafix RIP“ i „NewsDrive“. Pomoćni program koji nije sastavni dio radnog toka je program „Normalizer“ koji služi za pretvaranje PS datoteka u PDF datoteke. Osim navedenih programa važno je napomenuti da radni tok koristi i specijalne definirane ulaze u sistem gdje ulaze PDF datoteke u CtP radni tok. Postoje dva različita ulaza u CtP radni tok, jedan ulaz služi za PDFove koji će biti producirani u četiri boje, a drugi za PDFove koji će biti producirani samo sa crnom bojom.

Priprema virtualnih tiskovnih formi radi se u programu „PlateBuilder“. Postupci koji se rade u ovom programu su: definiranje veličine virtualne tiskovne forme (širina, dužina), definiranje elementa koji moraju biti postavljeni na virtualnu tiskovnu formu (određene oznake koje služe za rezanje i savijanje papirne trake nakon što se otisak prenese na papir, oznake za automatsko praćenje registra (paseri, elementi su nazvani dijamanti zbog oblika romba veličine 1x1 mm), oznake za automatsko bušenje i savijanje tiskovne forme, oznake za označavanje tiskovne forme kako bi se znalo koja je tiskovna forma izrađena i na koji temeljni cilindar dolazi, oznaka (strip) za kontrolu osvijetljenosti i razvijenosti tiskovne forme u sistemu za osvjjetljavanje i razvijanje tiskovne forme), broj stranica koji dolazi na tiskovnu formu, dimenzija stranice (dimenzija PDF-a) i položaj stranica na tiskovnoj formi (sl. 27.). Položaj stranica na tiskovnoj formi ovisan je o broju stranica na jednoj tiskovnoj formi, to jest o dimenziji stranice koja se mora otisnuti kao konačni produkt. Kada se tiskaju proizvodi tabloid formata tiskovna forma sadrži 4 stranice (4up), a kada se tiskaju proizvodi magazin formata tiskovna forma sadrži 8 stranica (8up). Kod pripreme tiskovne forme stranice se definiraju brojevima od 1 do 4 (tabloid) ili od 1 do 8 (magazin) i definira se način smještanja određene stranice - uspravna stranica, zaokrenuta za 90°, zaokrenuta za 180° ili zaokrenuta za 270°).



Slika 27. Tiskovne forme za tabloid i magazin format

Nakon definiranja virtualne tiskovne forme, potrebno je definirati izdanje novina koje će se raditi. U AGFA PDF radnom toku, program za definiranje izdanja naziva se „PublicationBuilder“. U ovom programu definira se datum izdanja, ime izdanja, broj stranica izdanja, format stranica (dva osnovna formata – tabloid i magazin format), način tiskanja izdanja, jer je tiskarski stroj konstruiran tako da dvije tiskovne forme dolaze na jedan temeljni cilindar (dva osnovna načina – straight i collect). Osim ovih elemenata, definira se koliko će boja imati koja stranica (jedna, dvije, tri ili četiri osnovne boje, najčešće su sve četverbojne stranice), na kojem mjestu će se pojaviti duplerica ako je redakcija definira (duplerica sadrži dvije stranice spojene u jednu te također te dvije stranice dolaze kao jedna stranica, u jednoj PDF datoteci), i na kraju se definira da li će tiskovna forma na sebi imati elemente za automatsku kontrolu i korekciju pasera. Sve navedene elemente definira operater u odjelu CtP, te nakon što je odredio sve potrebne elemente za definiranje izdanja, pohranjuje definirano izdanje u posebnu mapu što radni tok automatski prepoznaje kao novi posao kojeg otvara u programu „Monitor“.

Program „Monitor“ služi za praćenje PDFova u radnom toku, za kontrolu TIFF-ova, za reguliranje statusa stranica, za kontrolu impozicije i za reguliranje statusa gotovih virtualnih tiskovnih formi.

U program „Monitor“ ulaze podaci iz programa „PublicationBuilder“, te se otvara izdanje definirano datumom izlaženja i imenom izdanja, također se prikazuje broj stranica u određenom izdanju i broj tiskovnih formi koje je potrebno izraditi. U „Monitoru“ za svaku

stranicu određen je jedan prazni pravokutnik ispod kojeg je napisano ime i broj stranice. Operater u odjelu CtP vizualno kontrolira status izdanja. Pod statusom izdanja smatra se status stranica i status virtualnih digitalnih formi u sistemu.

Operater u odjelu CtP šalje PDF datoteke u definirani ulaz u radni tok. Radni tok prepoznaje PDF na ulazu te ga automatski šalje u program „Grafix RIP“. RIP pretvara PDF datoteku u 4 TIFF datoteke. U programu „Grafix RIP“ određuje se linijatura TIFF datoteke koja je izražena u dpi. Višebojna-višetonska PDF datoteka pomoću navedenog programa pretvara se u 4 TIFF datoteke, s time da je svaki TIFF nosilac informacija o jednoj osnovnoj procesnoj boji (cijan, magenta, žuta, crna), to jest jedan TIFF je jednobojna višetonska digitalna slika. Svaka TIFF datoteka preuzima ime PDF datoteke, ali nema na kraju imena ekstenziju datoteke već dobiva slovo osnovne boje (C = cijan, M = magenta, Y = žuta, K = crna).

Svaki TIFF automatski se smješta u prazan pravokutnik u programu „Monitor“ na točno određeno mjesto prema nazivlju prije definiranih mjesta datoteka i tvori kompozitnu sliku (vidljive sve četiri boje odjednom). Na primjer TIFFovi obrađene PDF datoteke „01.02.2003_Novi_List_Rijeka_12.PDF“ smještaju se u prazan pravokutnik ispod kojeg stoji „NL-RI 12“ te mijenjaju boju pravokutnika što vizualno prikazuje operateru da je PDF datoteka procesuirana, i spremna za daljnji postupak. Operater otvara tu stranicu u „Monitoru“, pregledava je vizualno, te ukoliko provjerom procjeni da je stranica dobro pretvorena u TIFF mijenja joj status pritiskom na polje „Confirm“ (Potvrdi). U tom trenutku stranica mijenja boju iz bijelog statusa u zeleni status, te operater u svojem daljnjem radu zna da je stranicu pregledao i čeka preostale stranice koje trebaju doći na tiskovnu formu skupa sa pristiglom stranicom. Postupak se ponavlja za sve stranice u izdanju.

Isti je postupak sa provjerom impozicije (digitalne tiskovne forme) gdje su sve stranice postavljene na svoja mjesta na digitalnoj tiskovnoj formi. Operater otvara digitalnu tiskovnu formu, optički pregledava da li su svi elementi na formi, te da li su sve stranice dobro pozicionirane. Za dodatnu sigurnost može pregledati svaku boju posebno za jednu digitalnu tiskovnu formu. Ukoliko odredi da su sve četiri boje digitalne tiskovne forme dobre, pritiskom na tipku „Confirm“ i na taj način šalje digitalnu tiskovnu formu u program „NewsDrive“. Na taj način je jedna boja digitalne tiskovne forme jedna velika TIFF datoteka koja će se osvijetliti na neosvijetljenoj tiskovnoj formi u omjeru 1:1. na taj način će se dobiti materijalna tiskovna forma za tisak novina.

Program „NewsDrive“ smješten je na posebnom računalu koje upravlja osvjetljivačem. „NewsDrive“ šalje jednu TIFF datoteku koja se osvjetljava na jednoj tiskovnoj formi. AGFA radni tok ima osvjetljivače Polaris koji su automatizirani. Pneumatska ruka podiže jednu neosvijetljenu tiskovnu formu sa mjesta gdje su tiskovne forme postavljene u osvjetljivač, te je polaže na klizeći stol. Nakon što je tiskovna forma pravilno položena, stol se pomiče i tiskovna forma dolazi ispod laserske zrake koja je osvjetljava. Brzina gibanja stola je jednolična, a laserska zraka se kreće s lijeva na desno. Osvjetljava se ljubičastim laserom (405 nm). Laserska zraka osvjetljava samo buduće slobodne površine, te na taj način mijenja kemijsku strukturu slobodnih površina. Softverom je određena kvaliteta osvjetljavanja koja za novinski tisak iznosi 1200 dpi, uz linijaturu rastera od 40 linija po cm. [23]

Nakon što cijela tiskovna forma prođe proces osvjetljavanja, podiže se sa pomičnog stola, a pomični stol odlazi na početak kako bi se na njega postavila nova tiskovna forma. Osvijetljena tiskovna forma polaže se na beskonačnu traku koja transportira tiskovnu formu iz osvjetljivača u razvijačicu. Osvjetljivač tiskovnih formi Polaris XTV i razvijačica osvjetljenih tiskovnih formi Ultra LB82 spojeni su u jednu liniju (sl. 28.) kako ne bi došlo do nepotrebnog osvjetljavanja tiskovne forme, te kako bi se dobilo na brzini i kvaliteti produkcije tiskovnih formi. [24]



Slika 28. AGFA automatska linija (Polaris XTV + Ultra LB82)

Osvijetljena tiskovna forma ulazi u razvijačicu Ultra LB82 i odmah uranja u kadu sa razvijačem gdje dolazi do kemijskog procesa između razvijača i neosvijetljenih tiskovnih površina. Na uređaj za razvijanje priključen je spremnik sa otopinom za razvijanje tiskovne forme „AGFA Developer Lithostar L 5000 b Ultra“ i spremnik sa otopinom za fiksiranje „AGFA Finisher Lithostar L 5300 b Ultra“.

Razvijač razvija neosvijetljeni sloj na tiskovnoj formi tako što propušta neosvijetljeno srebro prema površini tiskovne forme, gdje se srebro nakon toga veže za površinu i na taj način stvara tiskovne elemente na tiskovnoj formi. Nakon razvijanja tiskovna forma se ispiri vodom kako bi se odstranili slojevi sa površine tiskovne forme, i uklonili produkti kemijske reakcije. Nakon pranja tiskovna forma se dodatno kemijski obrađuje kako bi se zaštitili tiskovni elementi koji su se vezali uz aluminijsku ploču, i na kraju se slobodne površine dodatno zaštićuju slojem gumiarabike. Nakon postavljanja zaštitnog sloja, tiskovna forma se suši, i iz stroja za razvijanje izlazi kao gotova tiskovna forma.

Pomoću rotirajućih metalnih valjaka na transportnom stolu tiskovna forma se prenosi do uređaja NELA VCP 2002, za bušenje i savijanje tiskovne forme. Metalni valjci služe i za hlađenje tiskovne forme kako bi se legura aluminija stabilizirala na sobnu temperaturu prije bušenja i savijanja. Na tiskovnoj formi se nalaze elementi koji služe za kontrolu i namještanje tiskovne forme prije bušenja i savijanja. Nakon provjere elemenata na tiskovnoj formi, ona se buši i savija, ukoliko odstupanja nisu veća od dozvoljene tolerancije (± 0.01 mm). Gotova tiskovna forma (osvijetljena, razvijena, izbušena i savijena) prolazi zadnju vizualnu kontrolu operatera u CtP, te nakon toga odlazi u odjel Rotacije gdje se postavlja na temeljni cilindar tiskarskog stroja. [25]

2.6. Tiskovna forma za plošni tisak

Tehnike tiska određuju se prema elementima na tiskovnoj formi (tiskovnim i slobodnim površinama). U proizvodnji novina koristi se tehnika visokog, dubokog i plošnog tiska. Tiskovna forma za visoki tisak ima tiskovne površine znatno povišene u odnosu na slobodne površine. Tiskovna forma za duboki tisak ima tiskovne površine udubljene u odnosu na slobodne površine. Tiskovna forma za plošni tisak ima tiskovne površine i slobodne površine približno na istoj razini (razlika između tiskovnih i slobodnih površina je između 2 i 3 μm , što

je zanemarivo u odnosu na druge tehnike tiska), ali se razlikuju po fizikalno- kemijskim svojstvima, a sam princip se zasniva na selektivnom vlaženju.

Najznačajnija tehnika plošnog tiska je ofsetna tehnika, koja je ujedno i najzastupljenija tehnika tiska u svim dijelovima svijeta. Tiskovne površine na tiskovnoj formi za ofsetni tisak imaju oleofilna i hidrofobna svojstva, dok slobodne površine imaju hidrofilna i oleofobna svojstva. Oleofilno svojstvo karakterizira površine koje privlače ulje, dok je oleofobno svojstvo površine suprotno, odbija ulje a prihvaća vodu. Hidrofilno svojstvo karakterizira površinu koja privlači vodu, dok je hidrofobno svojstvo površine da odbija vodu.

Zbog ovakvih karakteristika površina na tiskovnoj formi za ofset tisak, u procesu tiska se koristi otopina za vlaženje (glavni sastojak je voda), a boje koje se koriste izrađuju se na bazi ulja. Na tiskovnu formu se najprije nanosi otopina za vlaženje koja zauzima područja slobodnih površina, te se nakon toga nanosi boja preko cijele tiskovne forme koja se prihvaća na tiskovne površine.

Za kvalitetniji otisak potrebno je da se na slobodne površine adsorbira čim manje otopine za vlaženje, a opet dovoljno da se na njih ne bi prihvatila boja. Kvalitetna adsorpcija otopine za vlaženje postiže se uz dodatak određenih aditiva koji smanjuju površinsku napetost. Također, kvalitetniji rezultat postiže se kada je specifična površina slobodnih površina veća, a to se dobiva namjernim ohrapavljenjem površine.

Karakteristika tiskovnih formi za ofsetni tisak je da se nanosi uvijek jednaka količina bojila, pa se dobiva samo jednotonska reprodukcija (za razliku od dubokog tiska), te se višetonska reprodukcija može dobiti upotrebom rasterskih elemenata. [26,27,28]

2.6.1. Svojstva metala i legura za izradu tiskovne forme

2.6.1.1. Mehanička svojstva

Mehanička i elektrokemijska svojstva pojedinog metala ili legure određuju da li je taj metal ili legura pogodan za izradu ofsetne tiskovne forme. Ova svojstva određuje atomska građa pojedinih metala i legura. [26]

Metali su kristalizirane čvrste tvari, istovrsni, fizikalno i kemijski identični kristali, u kojima su atomi zauzimaju određeni geometrijski oblik. Geometrijski oblik definira elementarna kristalna rešetka. Elementarna kristalna rešetka je specifična za svaki metal te se svrstavaju u određene kristalografske sustave.

Za izradu tiskovne forme najčešće se koriste metali kojima je elementarna kristalna rešetka centrirana kocka (aluminij, bakar, olovo i nikel) ili heksagonalna prizma (cink, magnezij).

U elementarnoj kristalnoj rešetki atomi se međusobno dotiču, a geometrijski gledano, smješteni su u uglovima kristalne rešetke ili drugim karakterističnim točkama kristalne rešetke (np. u sredini). Atome u kristalnim rešetkama drže kohezijske sile.

Skup elementarnih kristalnih rešetki jednog metala čini kristal koji je istog oblika kao i elementarne kristalne rešetke koje ga čine. Više kristala istog metala, spojenih u jednu cjelinu čine zrno koje je uvijek nepravilnog oblika.

Zbog utjecaja okoline, na granicama pojedinih kristala ili kristalnih zrna može doći do deformacija koje utječu na mehanička svojstva tog metala.

Legure (slitine) su smjese više metala ili smjese metala i nemetala. Osnovna karakteristika legura je da se bitno razlikuju od svojstava pojedinih komponenti od kojih su sastavljene. Legure se dijele u dvije skupine i to na homogene i heterogene.

Homogene legure mogu se definirati kao čvrste otopine u kojima su legirajući elementi kako u tekućem, tako i u čvrstom stanju potpuno topivi u osnovnom metalu. Pri tome, ako su parametri kristalnih rešetki legirajućih elemenata i osnovnog metala slični, tada atomi legirajućih elemenata mogu zamijeniti atome osnovnog metala u kristalnoj rešetci i nastaju kristali sa zamjenskim atomima.

Heterogene legure su čvrste otopine u kojima su legirajući elementi kako u tekućem, tako i u čvrstom stanju samo djelomice topivi ili uopće nisu topivi u osnovnog metala. Pri tome nastaju različite vrste kristala. Za dio legirajućih elemenata koji su topivi u osnovnom metalu nastaju kristali mješanci, a ostatak legirajućih elemenata, kao i osnovni metal kristaliziraju svaki u svom kristalografskom sustavu. Ako legirajući elementi reagiraju s atomima osnovnog metala

stvarajući intermetalni spoj, tada nastaje još jedna vrsta kristala. Intermetalni spoj nema kristalnu strukturu niti jednog od elemenata od kojih je nastao. Prema tome, ako leguru čine osnovni metal i jedan legirajući element, te ujedno i nastaje intermetalni spoj između osnovnog metala i legirajućeg elementa, tada u leguri postoje četiri različite vrste kristala: kristali mješanci za dio legirajućeg elementa koji je topiv u osnovnom metalu, kristali osnovnog metala, kristali legirajućeg elementa i intermetalni spoj.

Atomarna građa elementarnih kristalnih rešetaka i veličina kristalnih zrna utječu na tvrdoću i čvrstoću metala i legura. Metali i legure sa pravilnom unutrašnjom građom su mekani i nisu otporni na mehanička naprezanja, te se zbog toga za izradu tiskovne forme koriste metali i legure sa deformiranom unutrašnjom građom.

Karakteristike tiskovne forme definiraju se preko mehaničkih svojstava metala i legura, a ta svojstva su definirana tvrdoćom, dimenzionalnom stabilnošću, elastičnošću, relativnom rastežljivošću i čvrstoćom.

Tvrdoća je svojstvo čvrste tvari da se odupre mehaničkim silama koje nastoje razbiti njezinu površinu. Ovo svojstvo kod metala i legura za izradu tiskovne forme mora biti što veće, jer metal veće tvrdoće daje tiskovnu formu veće tvrdoće kojom se može otisnuti veći broj primjeraka.

Dimenzionalna stabilnost je svojstvo čvrstog tijela da pod utjecajem promjena relativne vlažnosti i temperature zraka ne mijenja svoje dimenzije. Za izradu tiskovne forme biraju se metali i legure sa većom dimenzionalnom stabilnošću. Dimenzionalna stabilnost je također povezana sa talištem, tako da metali i legure sa niskim talištem imaju i slabiju dimenzionalnu stabilnost.

Elastičnost je svojstvo metala i legura da svoj oblik prilagode djelovanju vanjskih sila i da prilagođeni oblik zadrže toliko dugo dok vanjske sile djeluju, a prestankom djelovanja vanjske sile vraćaju se u prvobitni oblik. No i ona ima svoje granice elastičnosti. Ako se pređe granica elastičnosti, dolazi do plastične deformacije i metal ili legura se ne mogu više vratiti u svoj prvobitni oblik, nastaje trajna deformacija. Ovo svojstvo je bitno pri montiranju tiskovne forme na temeljni cilindar, jer tada dolazi do napinjanja tiskovne forme, pri čemu može doći

do kidanja tiskovne forme. Dodatni problem koji se javlja kod tiskovnih formi u novinskoj rotaciji je zakrivljenje tiskovne forme.

Relativna rastezljivost je svojstvo metala i legura je mogućnost rastezanja metala prilikom loma u usporedbi sa početnom dužinom.

Čvrstoća je svojstvo čvrstog tijela da se odupre mehaničkim i toplinskim naprezanjima koja uzrokuju vanjske sile. Ovo svojstvo je bitno kod odabira metala ili legure za izradu tiskovne forme jer na tiskovnu formu na temeljnom cilindru za vrijeme tiska djeluju vlačna i tlačna naprezanja.

2.6.1.2. Elektrokemijska svojstva

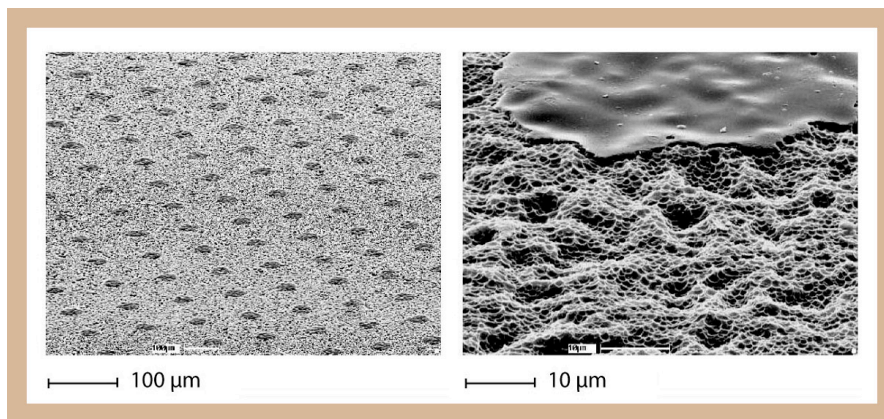
Elektrokemijski procesi su oni procesi koji se odvijaju pod utjecajem električne struje pri čemu nastaju novi produkti ili pri tim reakcijama kao produkt nastaje električna struja. U grafičkoj tehnologiji elektrokemijski procesi najčešće se koriste za stvaranje Balardovog plašta u dubokom tisku, izrada tiskovne forme elektrokemijskim otapanjem ili pak izradu anodnog sloja na aluminiju za tiskovnu formu za plošni tisak. Elektrokemijskim otapanjem metal se oksidira djelovanjem električne struje, pri čemu elektrone ne oduzima oksidans, nego izvor električne struje. U postupku izrade aluminijskih ploča za tiskovne forme u ofsetu, provodi se elektrokemijsko najetkavanje kako bi se dobila veća mikrohrapava specifična površina. Anodizacijom aluminija stvara se sloj aluminijevog oksida(Al_2O_3) koji tvori slobodne površine na tiskovnoj formi za ofsetni tisak.

2.6.2. Svojstva aluminija za izradu ofsetnih tiskovnih formi

Najčešći materijali za izradu monometalnih formi su metali aluminij i cink. Pri izradi monometalne tiskovne forme koristi se samo jedna vrsta metala. U prošlosti se najčešće koristio cink, ali zbog svojeg hidrofobnog ponašanja koje je uzrokovalo toniranje tiskovne forme zamijenjen je aluminijem. Za izradu tiskovnih formi danas se kao glavni materijal koristi aluminij i to u obliku folija (od 0,1 do 0,5 mm) ili u obliku limova (od 0,5 do 1,0 mm).

Aluminij je najrasprostranjeniji metal u Zemljinoj kori i treći po redu element, nakon kisika i silicija. Aluminij, zbog svojih svojstava kao što su mala gustoća, visoka termička i električna provodljivost ima veoma širok spektar primjene. U industriji se koristi kao legura, jer je čisti

aluminij premekan, te mu se tada dodaje 0,5% dodataka koji mu osiguravaju veću tvrdoću, elastičnost, relativnu rastezljivost i bolju čvrstoću, a u grafičkoj industriji osiguravaju bolja funkcionalna svojstva u ofsetnom tisku (sl. 29).



Slika 29. Slobodne i tiskovne površine kod monometalne tiskovne forme

Aluminij je trovalentan, u reakcije ulazi u ionskom obliku i sudjeluje kao elektron-donor:

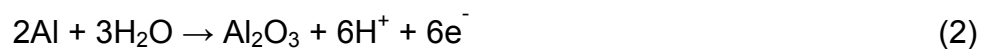


Aluminij je amfoteran element, jer reagira i s kiselinama i s lužinama. Također svojstvo amfoternosti imaju aluminijev oksid i aluminijev hidroksid.

Aluminij brzo oksidira zbog svoje izrazite elektronegativnosti, te na svojoj površini stvara tanki oksidni sloj hidrofilnog karaktera. Ipak takav sloj Al_2O_3 nema dovoljno izražena hidrofilna svojstva za primjenu u grafičkoj industriji pa se mora dodatno anodno oksidirati. Dobivena oksidirana čvrsto je vezana za sam aluminij. Prevlaka aluminijevog oksida tvrđa je i ima bolja mehanička svojstva, za razliku od čistog metala.

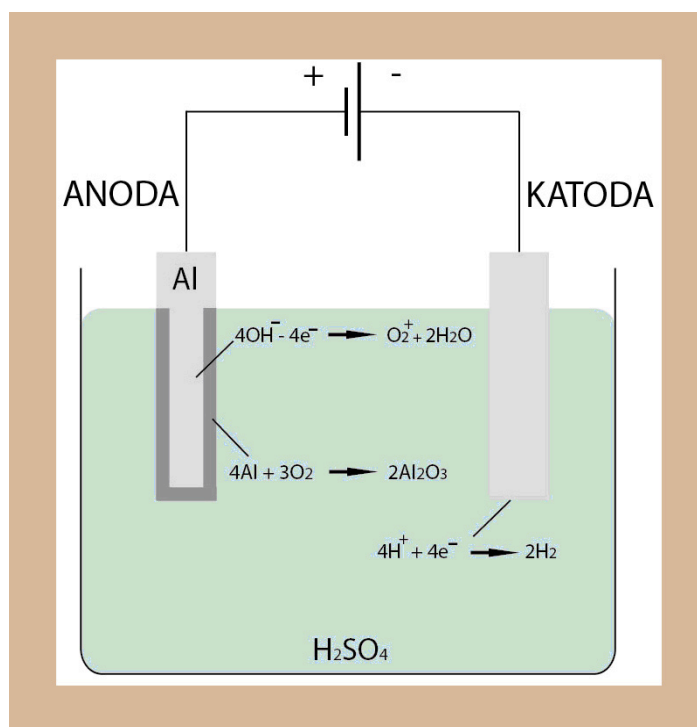
Anodizacija (sl. 30) je proces elektrokemijskog formiranja oksidnog sloja na metalima za različite tehničke namjene, ali prvenstveno za veću zaštitu od korozije. Najčešće se anodno oksidira prerađeni aluminij i njegove legure.

Anodna oksidacija je složen elektrokemijski proces i pri čemu se aluminijevoj anodi razvija kisik koji je onda oksidira:



U anodnoj reakciji dolazi do izbijanja kisika iz vode, koji se troši za oksidaciju aluminija, stvarajući djelomično hidratizirani oksid. Tako nastali oksid vrlo dobro prijanja na metal, nije provodnik i porastom debljine uzrokuje sve veći otpor prolazu struje. Međutim, brzina povećanja njegove debljine ovisi o gustoći struje koja prolazi kroz ćeliju. Tako je u posljednjim fazama procesa za povećanje debljine filma potrebno neproporcionalno dugo vremena, ili se taj spori rast debljeg sloja može ubrzati povećanjem napona.

Anodni filmovi, u određenoj mjeri, su topljivi u kiselom elektrolitu u kome se stvaraju, no unatoč tome moguć je rast oksida do zadovoljavajuće debljine, jer brzina stvaranja oksida prelazi razinu njihovog otapanja.

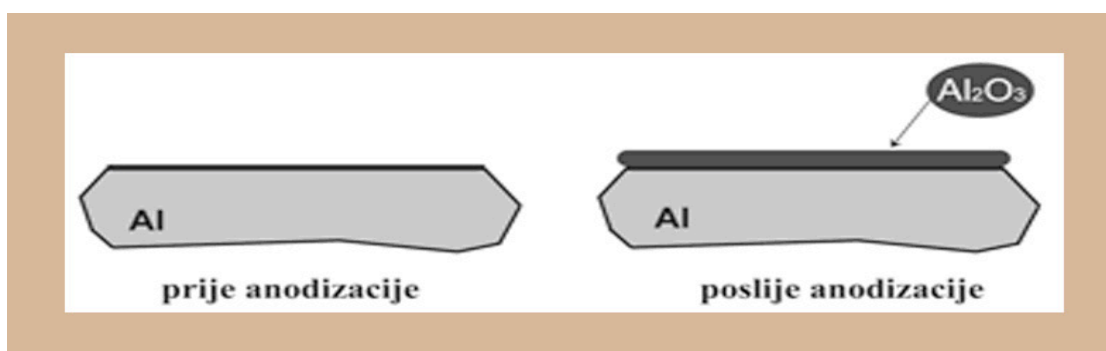


Slika 30. Anodizacija aluminija

Za anodizaciju aluminija koristi se kao elektrolit kromatna, sulfatna ili oksalna kiselina. Od ta tri elektrolita za anodizaciju aluminija, kromatna kiselina je naročito pogodna, jer zaostali elektrolit u porama ne utječe značajno na aluminij, a oksidni sloj raste približno istom brzinom na svim dijelovima površine anode. To znači da postoji odgovarajuća jednolikost raspodjele struje po površini anode, ili je sposobnost jednolikog prekrivanja previsoka. Korištenjem ovakvog elektrolita dobije se bijeli, gusti oksidni sloj debljine oko $2,5 \mu\text{m}$.

Sulfatna kiselina pokazuje najveću brzinu otapanja oksidnog sloja i uzrokuje da nakon dva sata anodiziranja sloj postigne graničnu debljinu od oko 50 μm . Tada se brzina nastajanja sloja dovoljno smanji da postane jednaka brzini njegovog otapanja. Takva anodna oksidacija daje mnogo deblji i bezbojni sloj u kraćem vremenu. Napon se održava na 20 V, a protok struje opada s porastom debljine oksidnog sloja. Sulfatna kiselina je previše korozivna, pa se ne upotrebljava za anodizaciju komplicirano oblikovanih metalnih predmeta, gdje bi mogla zaostati u šupljinama, no takav oksidni sloj je vrlo pogodan za bojenje i dekorativnu završnu obradu metala. Fleksibilniji slojevi dobivaju se upotrebom izmjenične struje, no i najfleksibilniji su vrlo krti i podnose samo najblaže izvlačenje anodiziranog filma.

Na površini aluminija inicijalno se stvara kompaktan, neporozan zaporni sloj debljine oko 0,15 μm , te izrazito porozan i znatno deblji sloj oksida (sl. 31.).



Slika 31. Formiranje oksidne prevlake procesom anodizacije

Nastali oksid ne sadrži vodu, ali ima tendenciju hidratizacije. Takav oksid sastoji se od kristaličnog amorfnog $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ i aniona iz elektrolita. Povećanjem napona formiranja oksida i temperature, te smanjenjem koncentracije elektrolita, raste udio kristaličnog oksida.

Zbog nehomogene strukture i debljine zapornog sloja, na niz točaka dolazi do lokalnog povećanja gustoće struje, pa uz otapanje primarno stvorenog sloja na tim mjestima, dolazi i do prolaska Al^{3+} iona koji onda reagiraju s vodom i/ili anionima. Time počinje rast drugog, poroznog i znatno debljeg sloja aluminijevog oksida. Tako nastali sloj građen je od niza pravilnih ćelija heksagonalnog oblika, među njima ne postoji slobodan prostor, već su ćelije kompaktно smještene jedna uz drugu. Oksidni sloj dobiva porozni karakter s vertikalnim porama koje su smještene u sredini heksagonalne prizme. Te prizme su, u idealnom slučaju, jednake visine, a zbog lokanih uvjeta kristalizacije kao što su gustoća struje, temperatura i

koncentracija aniona, mogu rasti do različitih nivoa. Ukoliko kasnije pore i nisu zatvorene, np. postupkom siliranja, aluminij unatoč poroznosti oksidnog sloja neće više doći u kontakt s okolinom. Time se sprječava da zaporni sloj i pore svojom dubinom ne dosegnu visinu ćelija. Postupak siliranja se provodi u vreloj destiliranoj vodi ili vrućoj lužnatoj otopini čime se poboljšavaju antikorozivna svojstva aluminija.

U pripremi ofsetnih tiskovnih formi anodizacija i formiranje površinske strukture oksida provodi se u različitim elektrolitima. Najčešće se primjenjuje anodizacija u vodenoj otopini kloridne kiseline, anodizacija u kombiniranom elektrolitu kloridne i fosfatne kiseline, anodizacija u vodenoj otopini nitratne kiseline, anodizacija u sulfatnoj kiselini i anodizacija u kombiniranom elektrolitu nitratne i boratne kiseline.

Na morfologiju i svojstva anodnog sloja utjecat će sastav i koncentracija elektrolita, napon, gustoća struje, temperatura i vrijeme anodizacije. Različiti uvjeti anodizacije utječu na formiranje anodnih slojeva različitih debljina, različite veličine ćelija, debljine stjenki, te na različit promjer i dubinu pora u površinskoj strukturi aluminija.

Anodizacijom se dobiva poroznija i hrapavija površina, poboljšana su hidrofilna svojstva slobodnih površina, te veća trajnost tiskovne forme, što u konačnici rezultira mogućnošću tiska veće naklade sa istom tiskovnom formom.

Na monometalnim tiskovnim formama ulogu slobodnih površina preuzima metalni oksid na površini metala, te se tiskovne površine dobivaju nanošenjem fotoaktivnog sloja preko oksidiranog sloja. [29,30]

2.6.3. Hrapavost i površinska obrada ofsetnih tiskovnih formi

Površina tiskovne forme za ofsetni tisak je uvijek ohrapavljena. Hrapavost površine tiskovne forme dobiva se postupkom zrnčanja, pa se zbog toga kod tiskovnih formi govori o nazrnčanim površinama. Zrnčanje obično predstavlja jednu od važnih operacija pri obradi i izradi tiskovne forme za plošni tisak.

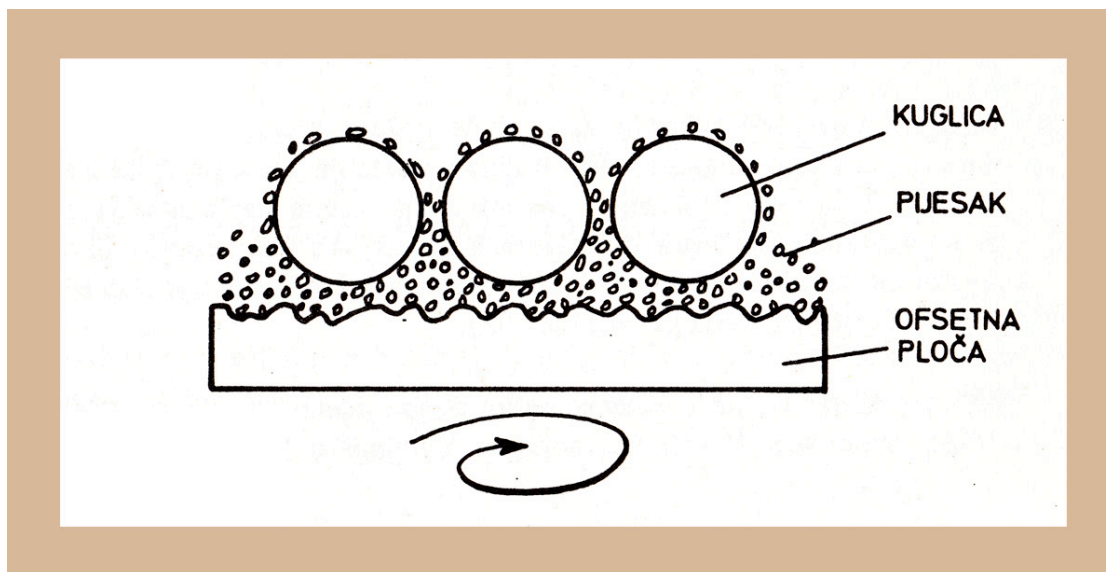
Zrnčanje tiskovne forme za ofsetni tisak se provodi jer:

- realna površina ohrapavljenih površina mnogostruko je veća od geometrijske površine što omogućava adsorpciju znatno veće količine sredstava za hidrofiliziranje odnosno hidrofobiziranje;
- se na hrapavim slobodnim površinama može zadržati više vode nego na posve glatkim, pa se tako lakše sprečava eventualno prihvaćanje boja na slobodnim površinama. Što su slobodne površine hrapavije to se na njima zadržava više vode;
- hrapavost je također potrebna i za tiskovne površine. Na hrapavim površinama manja je opasnost da će u toku tiska boja kliziti izvan svojih površina.

Osim prednosti, zrnčanje površina tiskovnih formi ima i nedostatke, a to su:

- previše hrapava površina zadržava na sebi mnogo otopine za vlaženje, a to onda može izazvati određene teškoće za vrijeme tiskanja (dimenzionalne promjene papira, emulgiranje boje, itd.)
- tiskovni elementi na hrapavim površinama nemaju glatke rubove nego su nazubljeni. Veći problemi nastaju pri rasterskim reprodukcijama gdje uslijed hrapavosti rasterske točkice mogu biti znatno okrnjene i to može dovesti do gubitaka u rastertonskim vrijednostima. Ovi gubici više su izraženi u područjima sa sitnim rasterskim točkicama, a to znači općenito u svjetlijim tonovima i na slikama s višom linijaturom rastera. Zato se u plošnom tisku stalno vodi računa o linijaturi rastera i s obzirom na vrstu reprodukcije odlučuje o načinu i finoći zrnčanja površine tiskovne forme.

Zrnčanje površine spada u tzv. predhodnu obradu tiskovne forme. Uobičajeno je da se na monometalnim tiskovnim formama od cinka i aluminija provodi zrnčanje na više načina. Tiskovne forme se zrnčaju (sl. 32.) po površini prije oslojavanja i izrade kopije, tako da se tiskovne i slobodne površine formiraju na ohrapavljenoj površini.



Slika 32. Zrnčanje ofsetne tiskovne forme

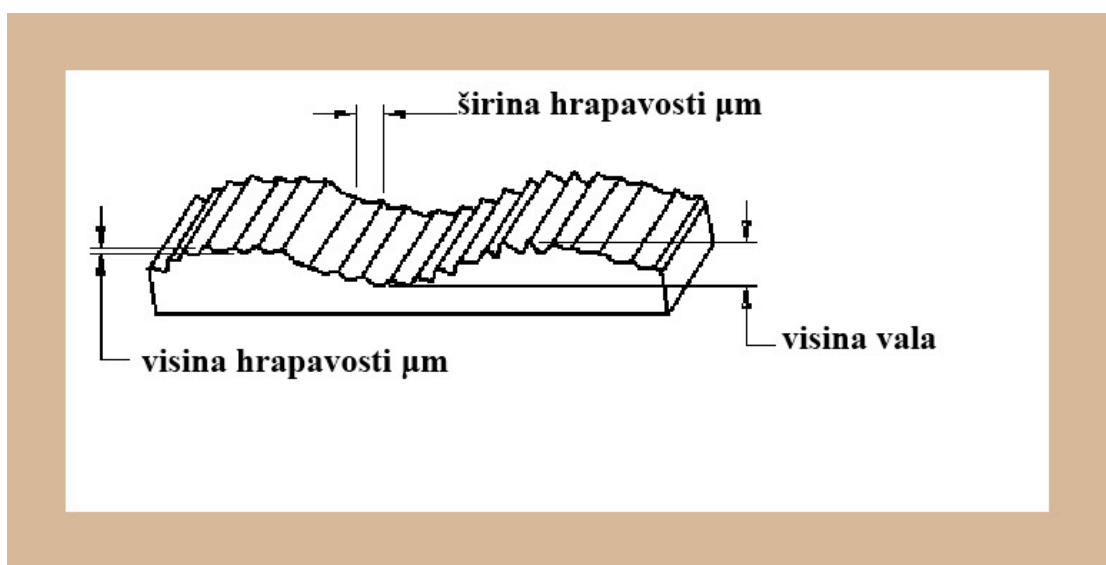
Zrnčanje tiskovnih površina u nekim slučajevima ne osigurava stvaranje dovoljno stabilnih slobodnih površina. Kod tiskanja velikih naklada postoji opasnost da se u toku tiska slobodne površine mehanički troše pa uslijed trošenja nestane i sloj gumiarabike, a time i otopina za vlaženje sa tiskovne forme, što u konačnici rezultira toniranjem. Karboksilne kiseline iz tiskarske boje adsorbiraju se na takve dijelove slobodnih površina i oni postaju tiskovne površine.

Ova neželjna pojava smanjuje se dodatnom specijalnom obradom slobodnih površina. Pri stvaranju slobodnih površina osim gumiarabike koriste se otopine soli koje na metalu stvaraju tanku poroznu prevlaku s velikom adsorptivnom moći, to su soli za formiranje slobodnih hidrofilnih površina to jest soli za hidrofiliziranje slobodnih površina tiskovne forme. [31]

Odstupanje površine od idealnog oblika koje uključuje fine (kratke valne duljine) nepravilnosti površine predstavlja hrapavost površine. To su sve mikrogeometrijske nepravilnosti na površini materijala nastale kao posljedica specifične obrade materijala.

Hrapavost površina se ocjenjuje preko jednodimenzionalnih parametara na osnovi dvodimenzionalnog profila površine. Za istraživanje površinskih struktura prvo se određuje profil površine, odnosno presjek istraživane površine ravninom obično okomitom na smjer tragova obrade površine. Definiranim međunarodnim standardima (ISO 11652, DIN 4777) definira se izbor metoda profiliranja i parametara hrapavosti. Profil svake površine može biti

sastavljen od niza komponenti frekvencija. Ako su komponente visoke frekvencije, za njih se kaže da su hrapave i zbog toga su nazvane „hrapavost“, dok komponente niske frekvencije uzimamo za valovite i nazivamo ih „valovitost“. Površinska hrapavost je sveukupnost mikrogeometrijskih nepravilnosti na površini predmeta, a uzrokovane su postupkom obrade ili nekim drugim utjecajem. Analogno površini, postoje stvarni, efektivni i geometrijski profil. Pod profilom se podrazumjeva linija dobivena presjecanjem površine s ravninom koja je okomita na površinu i na tragove obrade, ako postoje (sl. 33.). [32]



Slika 33. Profil površine

Profil hrapavosti R je profil koji se izvodi iz primarnog profila zanemarujući dugovalne komponente korištenjem profilnog filtera l_c . Profil hrapavosti osnova je za mjerenje parametara hrapavosti profila. [33].

2.6.3.1. Parametri hrapavosti

Hrapavost bilo koje površine određuje njene promjene u kontaktu s nekom drugom površinom, reakciju u kontaktu s otopinom, adsorpciju otopina, definira osjetljivost površine, izgled, trošenje i podnošenje opterećenja. Mjerenje površinskih tekstura pomoću parametara hrapavosti danas je internacionalno standardizirano (ISO13565:1996). Postoji više od trideset parametara hrapavosti, a koji će se parametri koristiti ovisi o tome koje se karakteristike i funkcionalna svojstva žele opisati.

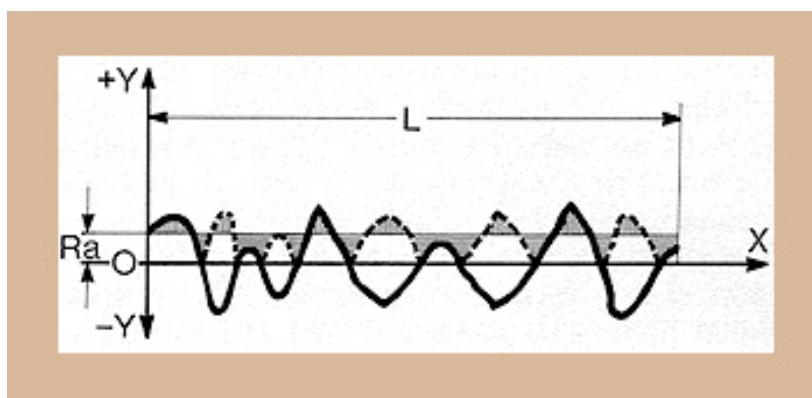
Da bi se lakše razumjeli parametri hrapavosti, potrebno je definirati neke relevantne nazive geometrijskih parametara [33, 34]:

- R – parametar izračunat iz profila hrapavosti;
- referentna linija l_e – duljina u smjeru X osi korištena za otkrivanje odstupanja karakterizirajući profil pod procjenom. Srednja duljina ocjenjivanja kod mjerenja hrapavosti sadrži najčešće pet referentnih duljina;
- Vrh profila – dio profila usmjeren prema vanjskoj strani materijala (od istraživane površine prema okolnom mediju) koji povezuje dvije susjedne točke presjeka profila sa X osi (referentnom linijom);
- Dol profila – dio profila usmjeren prema unutarnjoj strani materijala (od okolnog medija prema istraživanoj površini) koji povezuje dvije susjedne točke presjeka profila sa X osi (referentnom linijom);
- Visina vrha profila, Z_p – udaljenost između X osi i najviše točke profila;
- Dubina dola profila, Z_v – udaljenost između X osi i najniže točke dola profila.

Za istraživanje slobodnih površina na monometalnim tiskovnim formama izdvojeni su sljedeći parametri:

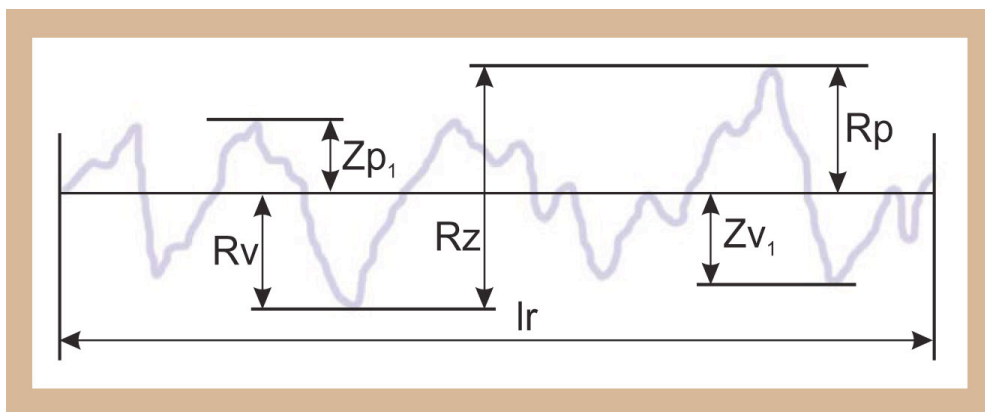
- Srednje aritmetičko odstupanje profila, R_a – aritmetička sredina apsolutnih vrijednosti koordinata $Z(x)$ unutar referentne duljine (sl. 34.).

$$R_a = \frac{1}{l_0} \int_0^l |Z(x)| dx \quad (3)$$



Slika 34. Srednje aritmetičko odstupanje profila R_a

- Maksimalna visina vrha profila R_p je najveća visina vrha profila Z_p na referentnoj duljini mjerenja l (sl. 35.)
- Maksimalna dubina dna profila R_v je najveća dubina dna profila Z_v na referentnoj duljini mjerenja l (sl. 35).



Slika 35. Maksimalna visina vrha profila R_p i maksimalna dubina dna profila R_v

2.6.4. Formiranje slobodnih i tiskovnih površina na tiskovnoj formi

Tiskovne i slobodne površine su površine sa različitom kemijskom strukturom, pa samim time imaju i različita svojstva što je najviše vidljivo u selektivnom vlaženju površina na tiskovnoj formi. Selektivno vlaženje površina na tiskovnoj formi uzrokovano je zbog površinskih pojava od kojih su najznačajnije slobodna površinska energija i površinska napetost.

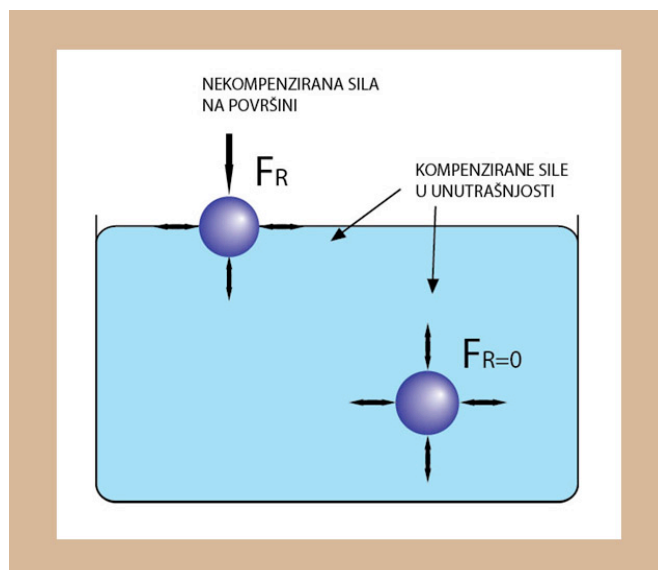
2.6.4.1. Površinske pojave

Površinske pojave nastaju na graničnoj površini faza. Obično se javljaju na površinama koje su u međusobnom kontaktu, kao npr. na površini čvrstog tijela koje se nalazi u tekućini ili plinu, na površini između dviju tekućina koje se međusobno ne miješaju itd. Površinske pojave uzrokuju različita svojstva molekula ili druge čestice koje se nalaze na jednoj površini u odnosu na čestice koje su u unutrašnjosti čvrste ili tekuće faze. U površinske pojave ubrajaju se močenje, razlijevanje, kapilarno prodiranje tekućine, adsorpcija.

2.6.4.2. Slobodna površinska energija i površinska napetost

Molekula u unutrašnjosti neke tekućine privlači k sebi molekule koje je okružju, a i ona sama je privučena tim istim molekulama. Među molekulama djeluju jake kohezijske sile, ali malog područja djelovanja. Te sile su brojčano jednake, ali suprotnog smjera, te se kompenziraju i rezultanta djelovanja svih tih sila na pojedinu molekulu je jednaka nuli.

Na molekulu koja se nalazi na površini tekućine djeluju sile s desne i lijeve strane, te iz mase tvari i one se međusobno kompenziraju. Međutim, na molekulu s gornje strane djeluju i privlačne sile neke druge faze različitog iznosa i smjera djelovanja, npr. plina.



Slika 36. Djelovanje kohezijskih i adhezijskih sila na molekule u unutrašnjosti i na površini tekućine

Tada se sile iz unutrašnjosti tekućine zbog slabih adhezijskih sila između molekula tekućine i plina ne mogu kompenzirati ili se barem ne kompenziraju potpuno. Rezultantna sila koja djeluje na molekulu na površini nije jednaka nuli, nego je usmjerena prema unutrašnjosti tekućine. To je razlog zbog čega molekule na graničnoj površini između tekućine i zraka imaju slobodnu (nekompenziranu) površinsku energiju i slijede rezultantu sila koje djeluju na nju. Zbog toga molekula zadržava sposobnost privlačenja čestica koje se nalaze u susjednoj fazi. Suvišak energije površinskog sloja tvari, u usporedbi sa energijom te iste tvari iz unutrašnjosti tijela, naziva se površinska energija (sl. 36.).

Kao izravna posljedica slobodne površinske energije javlja se napetost površine. Napetost površine je sila koja djeluje okomito na površinu i pokušava maksimalno smanjiti njenu veličinu (Nm^{-1}) i obilježava se simbolom σ ili T . Zbog slobodne površinske energije i jakih kohezivnih sila u unutrašnjosti tekućine, u određenim uvjetima i uz konstantan volumen, molekule nastoje pokrivati što manju površinu, tj. postići stanje sa što manjim sadržajem energije, odnosno smanjiti slobodnu energiju. Takvo stanje, matematički dokazano, pripada kugli, te su zbog toga kapljice tekućine okrugle.

Kad se govori o važnosti površinske napetosti u prirodi, potrebno je napomenuti da se u prirodi odvijaju samo oni procesi u kojima dolazi do smanjenja slobodne energije sustava, np. nekoliko kapljica se slijeva u jednu nastojeći tako smanjiti slobodnu površinsku energiju (sl. 37.). Međutim, da bi došlo do raspršivanja tekućine u kapljice, treba dovesti energiju jer se tako povećava površinska napetost.



Slika 37. Površinska napetost u prirodi

Što su veće kohezijske sile određene tekućine, time je i veća njena površinska napetost. Površinska napetost i slobodna površinska energija brojčano su jednake veličine. Prva se mjeri u Nm^{-1} , druga u Jm^{-2} . Napetost površine ovisi o karakteristikama tvari s kojom je u kontaktu, te o temperaturi. Uz konstantnu temperaturu energija neke tvari jednaka je:

$$E = \sigma \cdot A \quad (4)$$

gdje je: σ – napetost površine [Nm^{-1}]
 A – površina tvari [m^2]

Povišenjem temperature, σ uvijek pada. jer usred jačeg gibanja molekula, raste udaljenost među njima, slabe kohezijske sile koje su ih privlačile. Ako se jedna tvar nalazi u kontaktu sa različitim tvarima, onda ona ima različite napetosti površine. Na primjer, voda u kontaktu sa zrakom ima jednu vrijednost σ , dok u kontaktu sa etanolom, s kojim se potpuno miješa, ima vrijednost površinske napetosti jednaku nuli.

Povišenjem polarnosti tvari, rastu sile međusobnog djelovanja čestica unutar tvari, pa je napetost površine (σ) veća. Taline metala imaju najveću polarnost, zatim slijede različita polarna otapala – voda, dok najmanju površinsku napetost imaju tekući ugljikovodici zbog svog nepolarnog karaktera. Čvrsta tijela, zbog snažnih veza među česticama, imaju nekoliko puta veću napetost površine od tekućina. Ona u ionskim kristalima poprima najveću vrijednost zbog privlačnih sila među kristalima, koje su najveće od svih međumolekularnih sila. [27,28]

Po Owensu, Wendtu, Rabelu i Kaelbleu površinska napetost svake faze se može podijeliti na polarnu i disperznu komponentu [35,36]:

$$\sigma_l = \sigma_l^P + \sigma_l^D \quad (5)$$

$$\sigma_s = \sigma_s^P + \sigma_s^D \quad (6)$$

Owens i Wendt uzeli su jednadžbu za površinsku napetost :

$$\gamma_{sl} = \sigma_s + \sigma_l - 2 \left(\sqrt{\sigma_s^D \cdot \sigma_l^D} + \sqrt{\sigma_s^P \cdot \sigma_l^P} \right) \quad (7)$$

kao početnu i iskombinirali je sa Youngovom jednadžbom:

$$\sigma_s = \gamma_{sl} + \sigma_l \cdot \cos \theta \quad (8)$$

Ova dvojica autora riješili su sustav jednadžbi koristeći kontaktni kut dviju tekućina poznatih disperznih i polarnih komponenti površinske napetosti. Kaelble je riješio jednadžbu kombinirajući dvije tekućine i izračunao je srednju vrijednost površinske energije. Rabel je omogućio izračunavanje polarne i disperzne komponente površinske energije pomoću linearne regresije koristeći linearnu regresiju uporabom podataka kontaktnih kuteva različitih

tekućina [10]. Kombinacijom dviju gornjih jednačba dobio je resultantnu jednačbu koja predstavlja pravac $y = mx + b$:

$$\frac{(1 + \cos \theta) \cdot \sigma_l}{2\sqrt{\sigma_l^D}} = \sqrt{\sigma_s^P} \sqrt{\frac{\sigma_l^P}{\sigma_l^D}} + \sqrt{\sigma_s^D} \quad (9)$$

σ_s^P je dobiven iz kvadrata nagiba pravca linearne regresije ;

σ_s^D je dobiven kao kvadrat osječka na ordinati.

2.6.4.3. Adsorpcija

Adsorpcija je koncentriranje tekuće, plinovite ili otopljene tvari na površini čvrstog tijela ili neke druge tekućine. Adsorpcija, za razliku od apsorpcije, je površinsko sakupljanje neke tvari, dok je apsorpcija prostorno sakupljanje neke tvari.

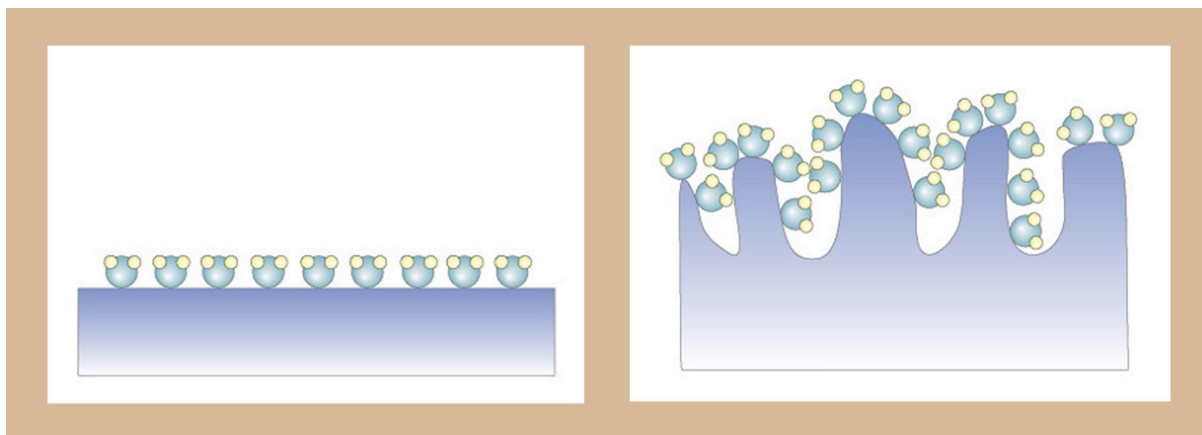
Kod adsorpcije, tvar koja se adsorbira naziva se adsorptiv, a tvar na čijoj površini dolazi do adsorpcije naziva se adsorbent.

Uzrok pojavi adsorpcije je slobodna površinska energija. Na površini tijela, molekule i ioni imaju slobodnu površinsku energiju. Molekule u susjednoj fazi se gibaju kaotično. Kada se približe površini adsorbenta na daljenosti oko 100 nm, adsorbent ih privuče i zadrži. Takve sile koje vežu molekule na površinu adsorbenta zovu se adsorpcijske sile, čija je priroda ista kao i priroda međumolekularnih i međuionskih sila. To su Van der Waalsove privlačne sile, elektrostatske i kemijske sile. Što je veća slobodna površinska energija, rastu adsorpcijske sile koje su najjače u čvrstim tvarima ionske strukture.

Količina tvari koja se adsorbira zavisi o adsorpcijskoj sposobnosti adsorbenta i izražava se količinom tvari u gramima ili molima koja se adsorbira na 1 cm² površine adsorbenta ili je adsorbira 1 gram praškastog adsorbenta.

Zbog toga je adsorpcija proporcionalna specifičnoj površini tijela (realna površina tijela), koja uključuje sve mikroskopski male neravnine i pore, definira se kao realna površina geometrijske površine od 1 cm².

Hrapave i porozne površine, zbog veće specifične površine imaju veću adsorpcijsku sposobnost od glatkih površina. Na izbočinama, šiljcima i drugim točkama površine, gdje ima više kristalnih uglova, adsorpcijska sposobnost je veća (zbog veće nekompenzirane energije površinskih čestica na tim mjestima) i takve točke zovu se aktivnim točkama (sl. 38). To je razlog da se u plošnom tisku koriste mikro hrapave i porozne površine tiskovnih formi.

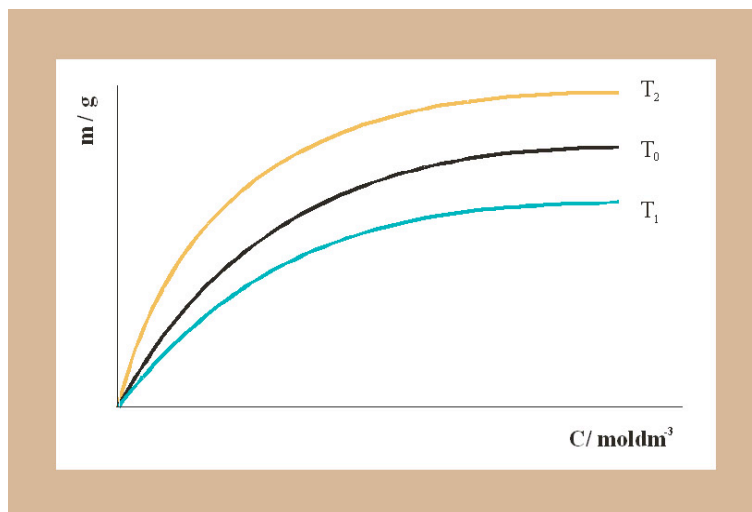


Slika 38. Adsorpcija na glatkoj i hrapavoj površini

Povećanjem koncentracije i vremena djelovanja adsorptiva, dolazi do njegove koncentracije na površinu dok ju cijelu ne pokrije. Tada se formira zasićeni sloj i adsorpcija prestaje. Nastaje adsorpcijska ravnoteža. Zasićeni sloj može imati debljinu od jedne ili više molekula adsorptiva. Adsorpcija je izraženija ako je površina adsorbenta veća.

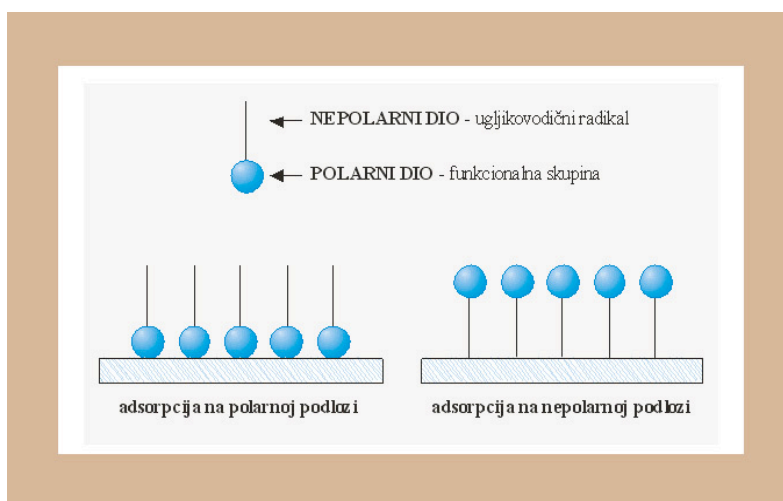
Adsorpcija je reverzibilan proces. Adsorbirane molekule mogu uz pomoć vlastite kinetičke energije ili zbog privlačenja molekula iz okoline, napustiti površinu adsorbenta. Tada govorimo o desorpciji. Kada brzine adsorpcije i desorpcije postanu jednake dolazi do adsorpcijske ravnoteže.

Proces adsorpcije osim o specifičnoj površini jako je zavisn o temperaturi. Pri određenoj temperaturi (krivulja T_0) nakon određenog vremena stvara se adsorpcijski sloj i nastaje adsorpcijska ravnoteža. Povećanjem temperature povećava se kinetička energija čestica adsorbenta i ubrzava se proces desorpcije, a na površini se uspostavlja nova adsorpcijska ravnoteža s manjom količinom adsorbirane tvari (krivulja T_1). Snižanjem temperature (krivulja T_2) smanjuje se kinetička energija čestica, a time i desorpcija, te se količina adsorbirane tvari povećava (sl. 39).



Slika 39. Adsorpcijske izoterme

U slučaju polarne površine (slobodne površine tiskovne forme) i polarne tekućine (otopina za vlaženje) dolazi do pojave orijentirane adsorpcije. Tada se molekule adsorptiva orijentiraju svojim suprotnim polom prema adsorbentu uz djelovanje elektrostatskih sila (sl. 40).



Slika 40. Shema orijentirane adsorpcije

Kada pri adsorpciji dolazi do kemijske reakcije između adsorbenta i adsorptiva govori se o kemisorpciji. Tada se na površini adsorbenta stvara sloj novog kemijskog spoja, koji ima posve drukčija svojstva od adsorbenta i adsorptiva. Njegova debljina može varirati od monomolekularnog do znatno uočljivog ljudskom oku. Kemisorpcija je ireverzibilan proces i ne opada s povišenjem temperature. Kemisorbirani slojevi dobro prijanjaju uz površinu, i tako dobiveni, teško se odvajaju od nje. [26,27,28]

2.6.4.4. Primjena površinskih pojava pri izradi tiskovne forme

Tiskovne površine na koje dolazi bojilo moraju imati hidrofobni karakter. Hidrofobnost površina se dobije ukoliko se koriste atomi čistih metala. Čisti metali nemaju suvišak naboja, nemaju polarnu strukturu i ne mogu privlačiti tvari polarne građe (otopina za vlaženje). Zbog loših mehaničkih svojstva čistih metala, za tiskovne površine se češće koristi fotoaktivni sloj od diazo smola ili fotopolimeri (imaju nepolarnu strukturu).

Slobodne površine, na koje ne dolazi bojilo imaju pak hidrofilni karakter. Hidrofilne površine se dobro vlaže vodom i adsorbiraju polarne molekule otopine za vlaženje. Slobodne površine su građene od polarnih tvari. Metali kao što su aluminij i krom brzo oksidiraju u dodiru sa zrakom, te na njihovoj površini nastane tanak sloj metalnog oksida. Metalni oksidi, za razliku od samog metala, imaju nesimetričnu raspodjelu naboja unutar molekule, što im kao svojstvo proizlazi izrazito polarna struktura koja postaje hidrofilna i dobro se moči polarnim tekućinama.

Pošto niti jedna metalna površina nije istodobno i hidrofilna i oleofilna potrebno je pri izradi tiskovne forme za ofset tisak odvojeno obrađivati tiskovne i slobodne površine.

Najčešće se metal, nosilac tiskovne forme, oksidira kako bi dobili slobodnu hidrofilnu površinu. Oksidna površina se zrnča te se na nju nanosi fotosenzibilni sloj. U procesu nastanka tiskovne forme, fotosenzibilni sloj se otklanja kako bi oksidirani metal preuzeo ulogu slobodne površine, dok nanese fotosenzibilni sloj se dodatno kemijski obrađuje, te on nakon obrade postaje tiskovna površina.

2.6.5. Slobodne površine na tiskovnoj formi

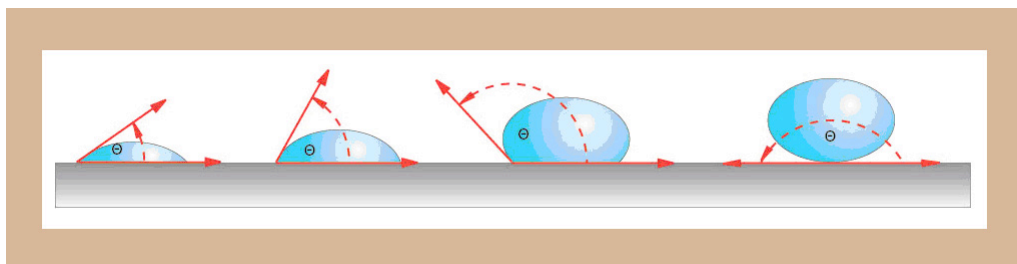
Slobodne površine na tiskovnoj formi su oksidi metala, a u ofsetnom tisku to je najčešće aluminijev oksid. Karakter slobodnih površina može se mijenjati adsorpcijom površinski aktivnih tvari. Molekule koje u svojoj strukturi imaju polarne funkcionalne skupine najsklonije su orijentiranoj adsorpciji. Za hidrofiliziranje se najviše koriste polisaharidi i njihovi derivati. Polisaharidi osim hidroksilnih imaju i karboksilne skupine. Pomoću tih skupina polisaharidi se mogu dobro adsorbirati na slobodne površine. Najčešći polisaharid koji se koristi za hidrofiliziranje je gumiarabika (sol arabske kiseline).

Osnovna karakteristika slobodnih površina na tiskovnoj formi za ofsetni tisak je da mora u što kraćem vremenu adsorbirati na sebe otopinu za vlaženje (vodu) i to na cijeloj svojoj površini kako se boja ne bi adsorbirala na slobodne površine. Da bi slobodne površine mogle zadovoljiti ovaj uvjet, one moraju biti hidrofilne i moraju se dobro vlažiti otopinom za vlaženje, na principu da što manja količina otopine za vlaženje prekrije slobodne površine na tiskovnoj formi.

Kada tekućina dođe u kontakt sa čvrstim tijelom dolazi do vlaženja, te se može još reći da je vlaženje ponašanje tekućine na površini neke čvrste tvari.

Vlaženje je fizikalna pojava koja smanjenjem sila površinske napetosti smanjuje slobodnu površinsku energiju tiskovne forme. Tekućina vlaži čvrsto tijelo samo ako dolazi do smanjenja površinske napetosti kako tekućine, tako i tvari s kojom je u kontaktu. Što se više smanjuje površinska napetost, to se tijelo bolje vlaži tom tekućinom tj. tekućina se razlijeva po površini. Različite tvari različito se vlaže istom tekućinom, a ista tvar različito se vlaži različitim tekućinama. Tekućine većinom vlaže čvrsta tijela jer je napetost površine tekućina manja nego napetost površine čvrstih tvari. Živa, zbog svoje velike površinske napetosti, ne vlaži gotovo nijednu čvrstu površinu. Ne razlijeva se, nego se razbija u kapljice. Voda, kao vrlo polarna tekućina, ne vlaži čvrste nepolarne tvari kao što su parafin, stearin i masti. Stupanj vlaženja neke tvari određuje se iz oblika kojeg poprimaju kapljice tekućine na površini čvrstog tijela. [37]

Vlaženje se može mjeriti pomoću kontaktnog kuta ili kuta vlaženja. Kontaktni kut je definiran kao kut između tangente povučene na rub kapi i površine čvrstog tijela na kojoj se kap nalazi. Postoje tri međufazne napetosti, a one su: tekuće-čvrsto, tekuće-zrak, čvrsto-zrak. Mjera za vlaženje je kosinus kontaktnog kuta. Kontaktni kut se očitava s polarnije strane faze (sl. 41.). Pri potpunom vlaženju: $\Theta = 0^\circ$ i $\cos\Theta = +1$. Pri potpunom nevlaženju: $\Theta = 180^\circ$ i $\cos\Theta = -1$.



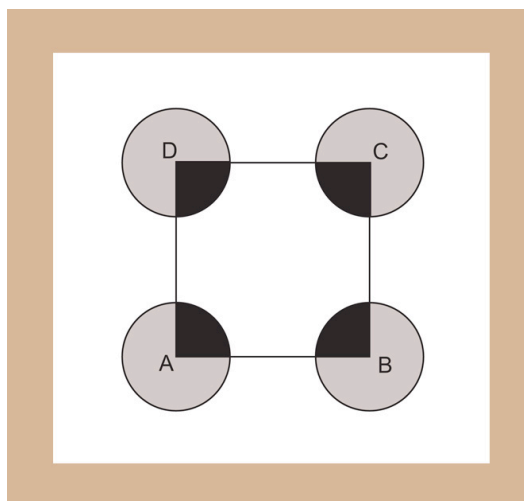
Slika 41. Kontaktni kutovi uz različiti stupanj vlaženja površine

2.6.6. Tiskovne površine na tiskovnoj formi

Rasterski element je osnovni element višetonske reprodukcije. Na ofsetnoj tiskovnoj formi rasterska točkica predstavlja jedan tiskovni element. Rasterski elementi i puna polja tvore tiskovne površine na tiskovnoj formi. U ofsetnom tisku, strojevi su tako konstruirani da na ofsetnu tiskovnu formu nanose jednoličnu količinu bojila na sve tiskovne površine, te se na taj način može na podlozi dobiti samo jednotonski otisak. Zbog tog ograničenja u ofsetnom tisku koriste se tiskovni elementi sastavljeni od rasterskih elemenata različitih površina. Veličina rasterskih elemenata mora biti ispod određenih vrijednosti. Budući da ljudsko oko ima malu moć razlučivanja na taj način oko integrira čitavu površinu papira, te se osjet nekog tona dobiva odnosom boje pokrivenih i nepokrivenih površina na otisku. Obzirom na tu nesavršenost ljudskog oka, u ofsetnom tisku višetonska reprodukcija može se dobiti samo povećavanjem ili smanjivanjem površine rasterskih elemenata.

Princip višetonske reprodukcije pomoću debljih i tanjih linija bio je poznat već u 16. stoljeću kada su se tiskovne forme izrađivale graviranjem.

Fox Talbot je 1852. godine patentirao princip rastriranja pomoću tekstilne mrežice. Tekstilnu mrežicu je kasnije zamijenilo staklo. Georg Meisenbach je 1881. godine primijenio finu mrežicu smještenu na staklenoj podlozi. Mrežica je bila načinjena od vodoravnih paralelnih linija i okomitih paralelnih linija koje su se sjekle pod kutom od 90° , takozvani križni raster (stakleni ili gravirani). Nakon što je fokusirao svjetlo dobio je niz točkica pravilnog kružnog oblika, ali različitih promjera, gdje je razmak između njih bio konstantan. Pojavom fotografije i njenim uplivom u novinsku proizvodnju, razvio se princip prijenosa rasterskih elemenata na tiskovnu formu. Rastrirana slika na tiskovnoj formi koristi se i danas, ali su izvori osvjetljavanja u današnje vrijeme drugačiji, jer su se prije koristile metal-halogenidni izvori zračenja za osvjetljavanje tiskovne forme, dok se danas koristi usmjerena kontrolirana laserska zraka.



Slika 42. Rasterski element

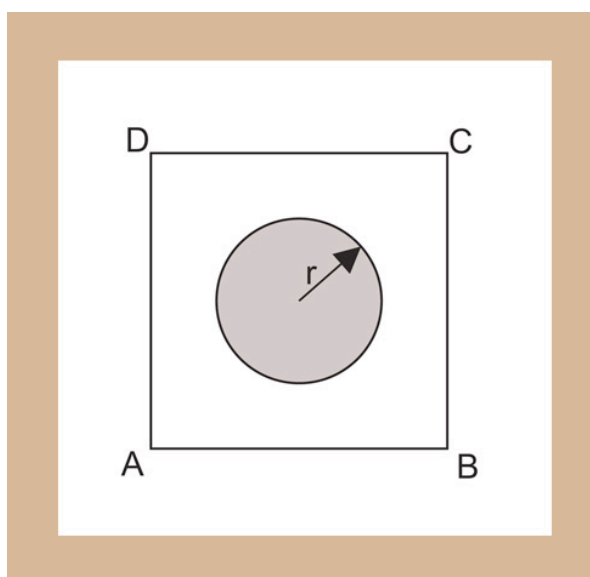
Rasterski element (sl. 42.) definira kvadrat kod kojeg dužine stranica moraju biti:

$$AB = BC = CD = DA \quad (10)$$

Linijatura rastera određuje se prema dužini AB (u cm) u jednadžbi:

$$L = \frac{1}{AB} \left[\frac{\text{linija}}{\text{cm}} \right] \quad (11)$$

Gdje dužina AB mora biti izražena u centimetrima.



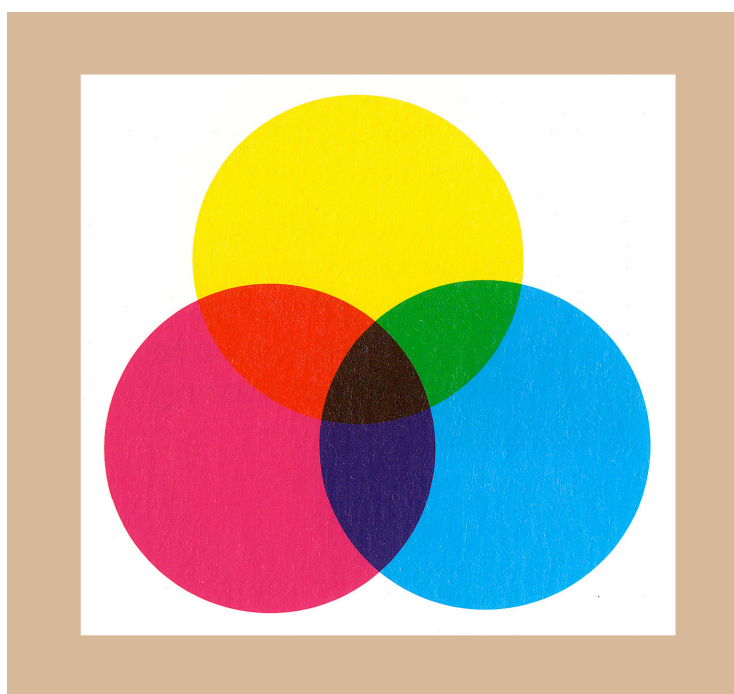
Slika 43. Rasterski element u rasterskoj ćeliji

Klasična rasterski element (točka) ima svoj radijus (sl. 43.), te se pokrivenost rasterskim elementima izražava rastertonskom vrijednošću (RTV). Relativna rastertonska vrijednost označava kolika površina rasterskog elementa pokriva površinu rasterske ćelije i ta vrijednost se izražava u postocima (%).

$$RTV = \frac{r^2 \pi}{(AB)^2} \cdot 100 \quad (12)$$

U ofsetnom tisku svi rasterski elementi imaju isto obojenje, isti ton boje, ali zbog nesavršenosti, ljudsko oko zbraja obojene i neobojene površine na podlozi, te se takva površina doživljava kao određeni ton boje.

Ovu nesavršenost oka također se iskoristilo kako bi se sa četiri osnovne boje prikazale višebojne reprodukcije. Tiskanjem rasterskih elemenata različitih boja jednih pokraj drugih, oko suptraktivnom sintezom zbraja boje, te percipira određenu površinu kao jednobojnu. Ukoliko se tu uključi i višetonski raster doživljava se jedna boja određenog tona.

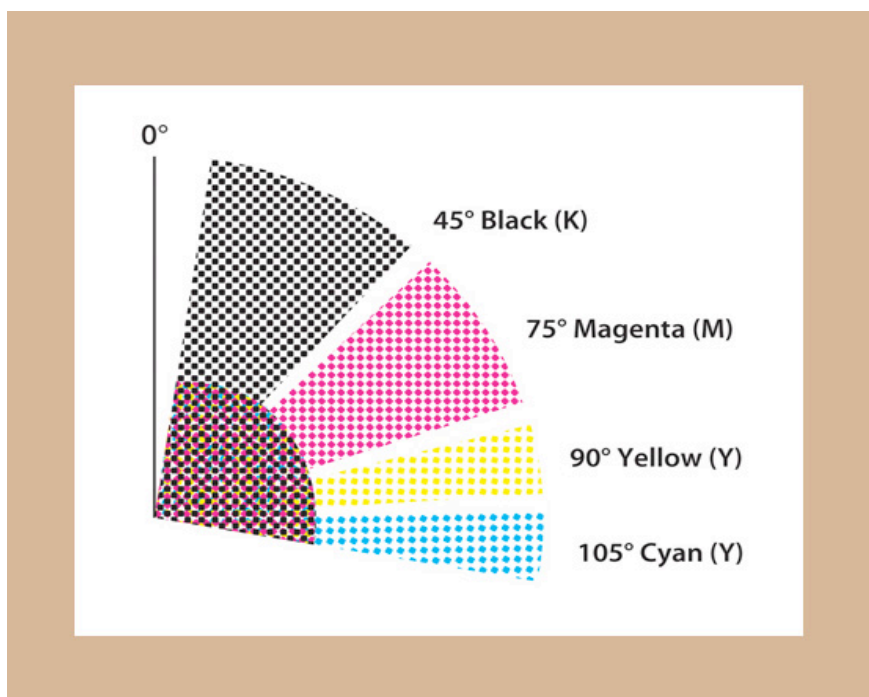


Slika 44. Suptraktivna sinteza

Isto tako, zbog navedene nesavršenosti oka koriste se četiri osnovne boje u ofsetnom tisku i to zeleno-plava (cijan C), purpurna (magenta M), žuta (yellow Y) i crna (key black K). Pomoću zeleno-plave, purpurne i žute može se dobiti refleksija cijelog vidljivog dijela spektra kada se u određenim omjerima miješaju te boje, te se to naziva suptraktivno mješanje boja (sl. 44). Za pojačavanje dojma višetonske reprodukcije koristi se crna boja.

U ofsetnom tisku s klasičnim rasterom boje se ne miješaju, već se rasterski elementi otiskuju jedan pored drugog. Zbog malih dimenzija rasterskih elemenata, ljudsko oko ne vidi pojedini element, već reflektirana zraka sa svih otisnutih elemenata i podloge dolazi u oko koje zbraja sve valne duljine, te šalje mozgu impuls doživljaja određenog tona.

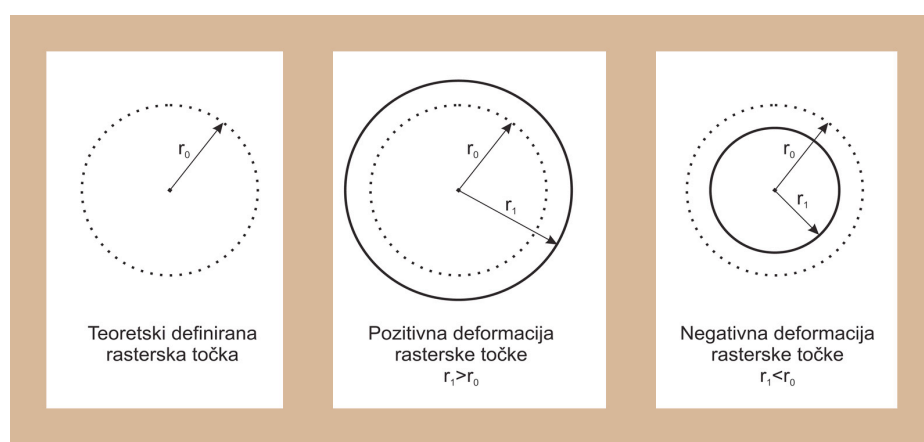
Da bi se izbjeglo preklapanje rasterskih elemenata i dobivanje moarea, kutovi rastera za svaku pojedinu boju su različiti. Tako se za crnu boju koristi kut od 45° , za zeleno-plavu kut od 105° , za purpurnu kut od 75° , a za žutu kut od 90° . Na taj način rasterski elementi tvore „rozetu“ koja je specifična samo za klasični raster (sl. 45).



Slika 45. Kutovi kod klasičnog rastera

Kvaliteta rasterske reprodukcije izražava se linijaturom rastera. Korištenje određene linijaure rastera u ofsetnom tisku ponajprije određuje podloga na koju se tiska, a zatim i kvaliteta gumene navlake na ofsetnom cilindru. U novinskom tisku, zbog loše kvalitete površine

papira, koristi se „gruba“ ofsetna gumena navlaka te se zbog toga upotrebljavaju rasteri male linijature i to pretežno 40 linija/cm. Na novinskim rotacijama, gdje se koristi kvalitetniji novinski papir ponekad se upotrebljava raster od 60 linija/cm. Problem sa većim linijaturama rastera kod novinskog papira je loša reprodukcija rasterskih elemenata ispod 5% RTV. Kod rasterskih elemenata veličine od 5% do 8% dolazi do smanjenja rasterskih elemenata u odnosu na rasterske elemente koji se nalaze na tiskovnoj formi (negativna deformacija rasterskih elemenata, sl. 34), a površine sa rasterom iznad 95% RTV, se zatvaraju, te se na otisku pojavljuje puni ton. Kod 50% RTV dolazi do prevelikog povećanja rasterskih elemenata (pozitivna deformacija rasterskih elemenata, sl. 46) [38].



Slika 46. Prikaz pozitivne i negativne deformacije rasterskih elemenata (dot gain)

Deformacije rasterskih elemenata mogu biti geometrijske i optičke.

Pod pojmom geometrijske deformacije smatra se smicanje, dubliranje i mrljanje.

Geometrijska deformacija kod klasičnog rasterskog elementa (kružna točka) manifestira se pri smicanju, tako da rasterski element gubi kružni oblik, te postaje izdužen (elipsasti oblik), ali cijela površina rasterskog elementa ima isti ton boje. Uzrok ove deformacije je neusklađenost temeljnog i ofsetnog cilindra (nemaju jednaku obodnu brzinu). U novinskom tisku dolazi do geometrijske deformacije ako promjer temeljnog cilindra i tiskovna forma i promjer ofsetnog cilindra sa gumenom navlakom nisu jednaki. Problem može nastati ako se ne koristi tiskovna forma propisane debljine prema preporuci proizvođača novinske rotacije, ako gumena navlaka i podloga ispod gumene navlake nisu propisane visine prema preporuci proizvođača novinske rotacije.

Dubliranje je geometrijska deformacija koja se manifestira pojavom još jednog rasterskog elementa, ali slabijeg intenziteta tona pokraj već otisnutog rasterskog elementa, a koje se ne poklapaju u potpunosti sa prvim rasterskim elementom. Uzrok ove deformacije je netočno pokrivanje pri prijenosu bojila s ofsetne gume na papirnu podlogu. Ova geometrijska deformacija pojavljuje se kod papirne trake koja nema jednoličnu površinu. Korištenjem kvalitetnih strojeva za izradu papirne trake ova se deformacija potpuno izgubila iz novinske proizvodnje.

Mrljanje je geometrijska deformacija rasterskog elementa koja se manifestira razmazivanjem rasterskog elementa, te se kao rezultat javlja izdužen rasterski element koji nema jednaki ton po cijeloj svojoj površini (kao kod smicanja) već ton ide od tamnijeg prema svjetlijem. Ova geometrijska deformacija se pojavljuje nakon procesa tiska i to mehaničkim utjecajem, prvenstveno zato što se boja za novinski tisak sporo suši (sušenje upijanjem ili penetracijom). Ova geometrijska deformacija je najčešća u novinskom tisku, jer je put otiska od trenutka kada se boja prenese na papirnu traku do uređaja za savijanje i sakupljanje novina dugačak (preko 10 m). Također prva i zadnja stranica jednog primjerka novina stalno su izložene mehaničkom utjecaju trenja do trenutka kada su primjerci novina smješteni, spakirani i spremni za transport na tržište.

Pod pojmom optičke deformacije smatra se razlika između optički efikasne površine i teoretski definirane relativne rasterske površine na otisku. Optička deformacija nastaje kada se svjetlost reflektira s unutarnjih slojeva tiskovne podloge, te je ta pojava poznata i kao halo efekt. Ova pojava stvara doživljaj proširenja rasterskih elemenata.

Optička deformacija rasterskih elemenata ovisi o papirnoj podlozi, boji (nanosu), linijaturi rastera i izvoru svjetla koji osvjetljava otisak dok ga se promatra.

Integralna optička gustoća rasterskog polja ovisi o relativnoj rasterskoj površini digitalnog rastriranog predloška, deformaciji rasterskog elementa na tiskovnoj formi, deformaciji rasterskog elementa na tiskovnoj podlozi i optičkoj gustoći punog polja.

Integralna gustoća za pojedinu boju dobiva se prema formuli:

$$D_i = \log \frac{S}{S - S_A} \quad (13)$$

gdje je:

D_i = integralna gustoća obojenja

S = ukupna površina koja se mjeri

S_A = površina koja je pokrivena (obojena)

Integralna gustoća obojenja mjeri se denzitometrom.

Današnji denzitometri su elektroničke sprave koje omogućavaju jednostavno mjerenje rasterskih i tiskovnih elemenata. Ovakvi uređaji imaju kombinaciju mikroskopa i CCD kamere, pa se sa njima mogu mjeriti vrijednosti veličine rasterskih elemenata, pokrivenost površine, linijatura rastera, kut rastriranja. [39,40]

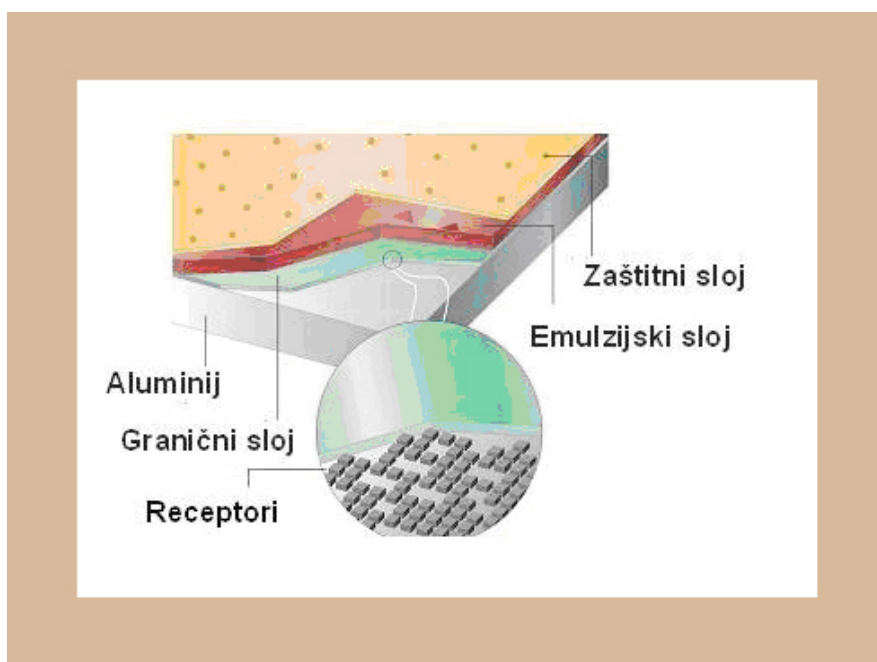
2.6.7. Tiskovne forme na bazi srebrohalogenida

Tiskovne forme na bazi srebrohalogenida (AgX) patentirao je proizvođač tiskovnih formi AGFA. Ideja proizvodnje tiskovnih formi koje sadrže srebro u fotoosjetljivom sloju nastala je razvojem ideje fotografskog filma, gdje je AGFA bila vodeći proizvođač u svijetu, te su tvornice za proizvodnju fotografskog filma prenamjenili u tvornice za proizvodnju tisakovnih formi na bazi srebrohalogenida kada je krenula migracija sa radnih tokova CtF na radne tokove CtP.

AGFA Lithostar tiskovne forme bazirane su na difuzijskom transferu obrnute tehnologije osvjetljavanja (osvjetljavaju se slobodne površine), a tiskovne površine se formiraju pomoću migracije srebra na neosvijetljenim dijelovima tiskovne forme. Zbog toga se AGFA Lithostar tiskovne forme zovu tiskovne forme sa pozitiv slojem. [41,42]

AGFA Lithostar neosvijetljene tiskovne forme sastoje se od tri sloja (sl. 47) koja su nanešena na elektokemijski nazrnčanu, anodiziranu i obrađenu aluminijsku podlogu. Navedena tri sloja su topiva u vodi, a nanose se na tiskovnu formu kao premaz u jednom prolazu kroz liniju identičnu onoj gdje se nanosi fotoosjetljivi sloj na fotografski film. Ovakvo višeslojno

premazivanje omogućava optimizirana svojstva tiskovne forme, pošto svaki nanešeni sloj ima svoju specifičnu funkcionalnost. [43]



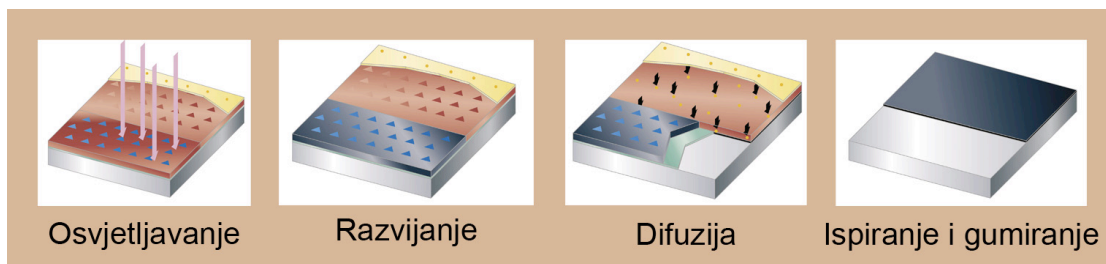
Slika 47. Slojevi na AGFA Lithostar neosvijetljenoj tiskovnoj formi

Zaštitni sloj štiti emulzijski sloj koji se nalazi ispod njega. Zaštitni sloj također sadrži granule polimera na svojoj površini koje mehanički štite ostale slojeve prilikom automatskog uklanjanja zaštitnog papira koji se nalazi između ploča u pakiranju.

U emulzijskom sloju nalaze se sitne čestice srebrnog halogenida kao aktivne čestice tako da emulzijski sloj ima fotoosjetljiva svojstva i u kojem se odvija fotokemijska reakcija.

Polimernom granični sloj jamči kvalitetno uklanjanje ostataka svih slojeva sa aluminijske podloge u procesu ispiranja tiskovne forme. Granični sloj ujedno osigurava optimalna svojstva tiskovne forme. On također sadrži komponente koje adsorbiraju svjetlo i suzbijaju utjecaj refleksije na i u anodiziranoj aluminijskoj podlozi.

Aluminiji se zrnča elektrokemijskim postupkom kako bi se osigurala odlična hidrofilna svojstva. Anodizacijom aluminija poboljšava se otpornost na grebanje i otpornost na koroziju (oksidaciju). Završna obrada sa jezgrama poboljšava receptivnu ulogu srebra i osigurava vrlo dobro prianjanje tiskovnih površina na aluminijsku podlogu.



*Slika 48. Faze dobivanja gotove tiskovne forme na tiskovnim formama
AGFA Lithostar LAP-V*

- Osvjetljavanje

Laserskim osvjetljavanjem tiskovne forme, srebro iz srebnog halogenida kao i u klasičnim fotokemijskim procesima se reducira. Tako nastali atomi srebra ne mogu difundirati u granični sloj, i nemaju više aktivnu ulogu u formiranju tiskovnih površina na tiskovnoj formi. Neosvijetljene čestice srebnog halogenida sada tvore latentnu sliku u emulzijskom sloju.

- Razvijanje

Procesom razvijanja tiskovne forme, na osvjetljenim površinama reducirani atomi srebra iz srebnog halogenida uklanjaju se zajedno s emulzijskim slojem, dok pod djelovanjem lužnatog razvijачa u neosvijetljenom dijelu emulzijskog sloja dolazi do disocijacije srebnog halogenida. Ioni srebra procesom difuzije postupkom gibaju se iz emulzijskog sloja u granični sloj.

- Difuzija

Prelaskom u granični sloj ioni srebra se u interakciji sa samim slojem reduciraju u atomarno srebro i difundiraju do površine aluminijevog oksida, veže se za površinu, te na taj način formira konačne tiskovne površine na tiskovnoj formi.

- Ispiranje

Nakon što su formirane tiskovne površine, emulzijski sloj i granični sloj koji su topivi u vodi, otapaju se, ostavljajući na površini samo srebrene tiskovne površine.

- Završna obrada i gumiranje

Zadnja obrada tiskovne forme pomoću AGFA finishera osigurava optimalno prihvaćanje bojila na tiskovne površine, ali osigurava i optimalno gumiranje cijele površine tiskovne forme kako bi se tiskovna forma kvalitetnu zaštitila.

3. POKUSNI DIO

Tiskovne forme za tisak u novinskim rotacijama trebaju imati specifična površinska svojstva zbog kvalitete tiskovne podloge koja se koristi u reprodukciji informacija. Zbog lošije kvalitete novinskog papira, potrebno je da gumena navlaka ofsetnog cilindra ima tvrdu i hrapavu površinu. Stoga, površina tiskovne forme mora imati takva svojstva da je gumena navlaka ne ošteti. Tiskovna forma za novinski tisak također mora prihvaćati čim manju količinu otopine za vlaženje, kako bi se manje otopine za vlaženje prenijelo na tiskovnu pologu i time izbjegao utjecaj otopine za vlaženje na dimenzionalnu stabilnost papirne trake. Tiskovne forme za novinski tisak mogu izdržati od 150.000 do 1.000.000 otisaka. U Hrvatskoj zbog male naklade novina koriste se tiskovne forme koje mogu izdržati do 200.000 otisaka, jer povećanjem izdržljivosti tiskovne forme povećava se i njihova cijena.

Funkcionalnost tiskovne forme za novinski ofset tisak određuje se prema parametrima površinskih svojstava tiskovne forme. Svojstva koja određuju kvalitetu tiskovne forme su hidrofilnost slobodnih površina, i oleofilnost tiskovnih elemenata, te postojanost i stabilnost navedenih svojstava tiskovnih i slobodnih površina tijekom tiskanja novina. [44]

Prije početka eksperimentalnog dijela, izvršena je kalibracija AGFA automatske linije, u odjelu CtP u Novom listu, pomoću koje su se izrađivali uzorci tiskovnih formi. Ovakvim postupkom osigurala se konstantnost kvalitete osvjetljavanja tiskovnih formi. [45]

U eksperimentalnom dijelu koristila se jedna linija za proizvodnju tiskovnih formi u odjelu CtP i stroj GOSS Universal 70 u odjelu Rotacija u Tiskari Novog lista.

Materijali na kojima se izvodio eksperimentalni dio :

- neosvijetljene tiskovne forme – „AGFA Lithostar LAP-V” na bazi srebrohalogenida.
- papir – novinski papir gramature 45 gm²
- boja – novinska (coldset)
- pufer – propisan od proizvođača boje
- razvijач za CtP tiskovne forme AGFA Developer Lithostar L 5000 b Ultra
- fiksir za CtP tiskovne forme AGFA Finisher Lithostar L 5300 b Ultra
- koncentrat za pripremu otopine za vlaženje Hidrofix – ZP“ proizvođača Michaela Hubera Munchen, Njemačka

3.1. Priprema uzoraka

Uzorci za izradu ovog magistarskog rada pripremljeni su u tiskari Novog lista u odjelima CTP i Rotacija.

Uzorci tiskovnih formi izrađeni su na strojevima za osvjetljavanje i razvijanje tiskovnih formi proizvođača AGFA, a otisci su otisnuti na novinskoj rotaciji Universal 70 proizvođača GOSS.

3.1.1. Priprema uzoraka tiskovnih formi

Priprema i digitalna impozicija izrađene su u odjelu CtP Novog lista. Za pripremu digitalne impozicije korištene su PDF datoteke Novog lista.

Tiskovne forme su osvjetljivane pomoću AGFA Polaris XTV uređaja, a razvijane su pomoću Agfa Ultra LB82 uređaja. Pri osvjetljavanju tiskovnih formi, parametri osvjetljavanja bili su konstantni i nisu se mijenjali.

Iz jedne virtualne (digitalne) tiskovne forme izrađivane su dvije identične tiskovne forme (par tiskovnih formi). Jedna tiskovna forma iz para služila je za tisak u redovnoj proizvodnji, a mjerenja su izvršena nakon otisnute naklade, dok se druga tiskovna forma iz para nije koristila u tisku, već je služila kao referentni uzorak (referentna tiskovna forma), kako bi se mogla napraviti usporedba između korištene i nekoristiene tiskovne forme.

Tiskovne forme koje su korištene u procesu tiska morale su se odmastiti, kako bi se skinulo bojilo sa njihove površine. Nakon što su se površine tiskovnih formi očistile, moglo se pristupiti mjernim metodama u analizi površina tiskovnih formi.

Ovi uzorci su korišteni za mjerenje kontaktnog kuta na tiskovnoim formama, mjerenje hrapavosti i optičku analizu površina tiskovnih formi.

3.1.2. Priprema razvijača

Uzorci razvijača sakupljani su nakon razvijanja određenog broja tiskovnih formi, pa su uzorci tiskovnih formi i razvijača uzeti u intervalu od 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200 i 250 razvijenih tiskovnih formi.

3.1.3. Priprema otopine za vlaženje

Uzorci otopine za vlaženje pripremljeni su razrjeđivanjem gotovog komercijalnog uzorka „Hidrofix – ZP“ proizvođača Michaela Hubera Munchen iz Njemačke pomoću destilirane vode. Uz uzorke čistog nekoncentriranog uzorka otopine (100%) i čiste destilirane vode (0%), pripremljeni su i uzorci čiji se volumni udio sukcesivno povećavao od 10 do 90 vol% za 10 vol%. Volumen pripremljenih uzoraka iznosio je 50 cm³.

3.1.4. Priprema uzoraka koji su bili u tisku

Za tiskanje uzoraka korištena je novinska rotacija Novog lista GOSS Universal 70.

Uzorci su se tiskali pomoću tiskovnih formi koje su proizvedene u odjelu CtP, a tisak se provodio na novinskom papiru gramature 45 gm⁻², širine papirne trake od 84 cm, promjer role papira od 125 cm proizvođača UPM iz Austrije.

U procesu tisak korištena je otopina za vlaženje pripremljena razrjeđivanjem koncentrata tako da je volumni udio iznosio 2 %. Pri tome se stabilizira pH vrijednost otopine za vlaženje na pH 5.3.

Za tiskanje uzoraka korištena je visokopigmentirana novinska boja proizvođača Michaela Hubera Munchen iz Njemačke.

Tiskovne forme od kojih su uzeti uzorci, bile su u procesu tiska na drugom tornju (od tri tornja koja su u Novom listu) novinske rotacije GOSS Universal 70. Toranj sadrži par valjaka za svaku boju, tako da se istovremeno otiskuju obadvije strane. Uzorci tiskovne forme koji su uzeti s lijeve strane tornja označeni su kao uzorci 2, dok oni sa desne strane kao uzorci 3.

3.2. Mjerni uređaji i metode mjerenja

Za potrebe istraživanja u okviru ovog magistarskog rada korištene su slijedeće metode mjerenja i njihovi mjerni uređaji: mjerenje RTV, pH vrijednosti, električne provodljivosti, površinske napetosti, kontaktnog kuta te optičku analizu uzoraka.

3.2.1. Uređaji za mjerenje RTV

Mjerenje RTV na tiskovnoj formi izvodilo se pomoću uređaja „SpectroPlate A709050 Expert“, proizvođača Techkon (sl. 49). Mjerni uređaj SpectroPlate sam prepoznaje i izračunava pokrivenost površine tiskovne forme određenim rasterskim elementom.



Slika 49. SpectroPlate

Mjerenje uređajem SpectroPlate izvodi se tako da se mjerni (optički) dio uređaja postavi na mjereno mjesto na tiskovnoj formi. Aktiviranjem uređaja, pokreće se sustav automatskog mjerenja, a očitane vrijednosti prikazane su na zaslonu uređaja. Uređajem se mjeri pokrivenost površine rasterskim elementima, linijatura rastera i kut rastera. Izmjerene vrijednosti mogu se prenijeti u računalu kao Excel datoteka i dalje obrađivati.

Pri odabiru područja za mjerenje RTV na tiskovnim formama pazilo se da područja koja su izabrana budu različitih pokrivenosti, tako da se dobiju pokrivenosti 0-10 %, 10-20 % itd. Na svakom paru tiskovnih formi izabrano je najmanje 10 mjernih mjesta, istih za obje tiskovne forme – neotisnuta i otisnuta. Prvo se mjerila neotisnuta tiskovna forma na 10 mjesta, a zatim

otisnuta tiskovna forma na istih 10 mjesta. Ova mjerenja su ponovljena za svaku otisnutu nakladu (10.000, 23.000, 40.000, 50.000 i 60.000 primjeraka).

Mjerenja RTV na otisku izvodila se pomoću uređaja „SpectroDens A711022 Premium“ (sl. 50), proizvođača Techkon. Mjerni uređaj SpectroDens sam prepoznaje i izračunava pokrivenost površine tiskovne podloge određenim rasterskim elementom, gustoću obojenja i CIE-Lab vrijednost područja na kojem je izvršeno mjerenje.



Slika 50. SpectroDens

3.2.2. pH vrijednost i električna provodljivost

pH vrijednost mjerena je pomoću uređaja pH-metar 330/SET, proizvođača WTW GmbH. Uređaj je opremljen sa standardnom kalomel i staklenom elektrodom. Mjerna odstupanja uređaja, prema specifikaciji, iznose $\pm 0,01$.

Mjerenja pH vrijednosti izvedena su pri temperaturi od $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$, a elektrode su uranjane u uzorak razvijača. Prije početka mjerenja uređaj je baždaren pomoću standardnih otopina poznatih pH vrijednosti.

Nakon stabilizacije pH vrijednost očitana je na zaslonu uređaja, a svaki uzorak mjeren je 3 puta, te je izračunata srednja vrijednost mjerenja.

pH vrijednost razvijača mjerena je počevši od svježe pripremljenog razvijača do uzorka u kojem je razvijeno 250 tiskovnih formi.

pH vrijednost pripremljenih uzoraka otopine za vlaženje mjerena je od manje prema većem volumnom udjelu koncentrata.

Električna provodljivost

Električna provodljivost uzoraka razvijača i uzoraka otopine za vlaženje mjerena je konduktometrom LF 330/SET, proizvođača WTW GmbH. Mjerna odstupanja uređaja, prema specifikaciji proizvođača, iznose $\pm 0.5 \%$ prikazane vrijednosti. Prije početka mjerenja konduktometar je baždaren pomoću standardnih otopina poznatih vrijednosti električne provodljivosti.

U posudu sa pripremljenim uzorkom uronjena je konduktometrijska ćelija, a nakon stabiliziranja očitavale su se izmjerene vrijednosti na zaslonu mjernog uređaja. Izmjerene vrijednosti električne provodljivosti izražene su u mScm^{-1} .

Električna provodljivost uzoraka, mjerila se 3 puta za svaki uzorak, te se izračunavala srednja vrijednost za svaki uzorak počevši od svježe pripremljenog do potpuno istrošenog razvijača nakon 250. razvijene tiskovne forme.

Električna provodnost otopine za vlaženje mjerena je također od uzoraka otopina sa manjim prema uzorcima sa višim volumnim udjelima koncentrata od kojeg je propremljena. Svaki uzorak mjeran je 3 puta, te je izračunata srednja vrijednost električne provodljivosti za uzorak.

3.2.2. Površinska napetost

Površinska napetost mjerena je posrednom metodom, metodom stalagmometra. To je metoda za brzo utvrđivanje relativne napetosti površine koja se temelji na broju kapljica određenog volumena tekućeg uzorka.

Stalagmometar je staklena trbušasta pipeta, s ravno odrezanim donjim krajem. Kapilarni dijelovi stalagmometra iznad i ispod trbušastog zadebljanja, uz glavne oznake (gornja i donja granica) imaju i finu raspodjelu kojom se mogu odrediti dijelovi jedne kapi. Unutrašnja stjenka donjeg dijela stalagmometra je izrazito glatka, kako bi veličina kapi koja iscure iz njega proporcionalno ovisila o površinskoj napetosti tekućine. Naime, što je napetost površine uzorka veća, to i kapljice koje se stvaraju veće volumena, a shodno tome je i njihov broj manji u odabranom volumenu. Na glatkoj plohi stalagmometra stvara se kap kako tekućina polagano istječe iz donje kapilare, ali se ta kap zbog površinske napetosti ne otkida odmah, već onog trena kad masa kapi postane veća od površinske napetosti (sl. 51.). Za masu kapi vrijedi obrnuta proporcionalnost broju kapi. Broj kapi je obrnuto proporcionalan površinskoj napetosti, pa je ona to manja što je veći broj kapi tekućine istog volumena.

Rezultati dobiveni ovakvim mjerenjem valjani su samo u slučaju korištenja prethodno dobro očišćenog stalagmometra. Ukoliko je poznata gustoća uzorka, te površinska napetost i gustoća standardne otopine, na temelju rezultata mjerenja može se izračunati relativna površinska napetost ispitivane otopine (14):

$$\sigma_{ot} = \sigma_v \cdot \frac{\rho_{ot} n_v}{\rho_v n_{ot}} \quad (14)$$

gdje je:

σ_{ot} površinska napetost otopine

σ_v površinska napetost vode

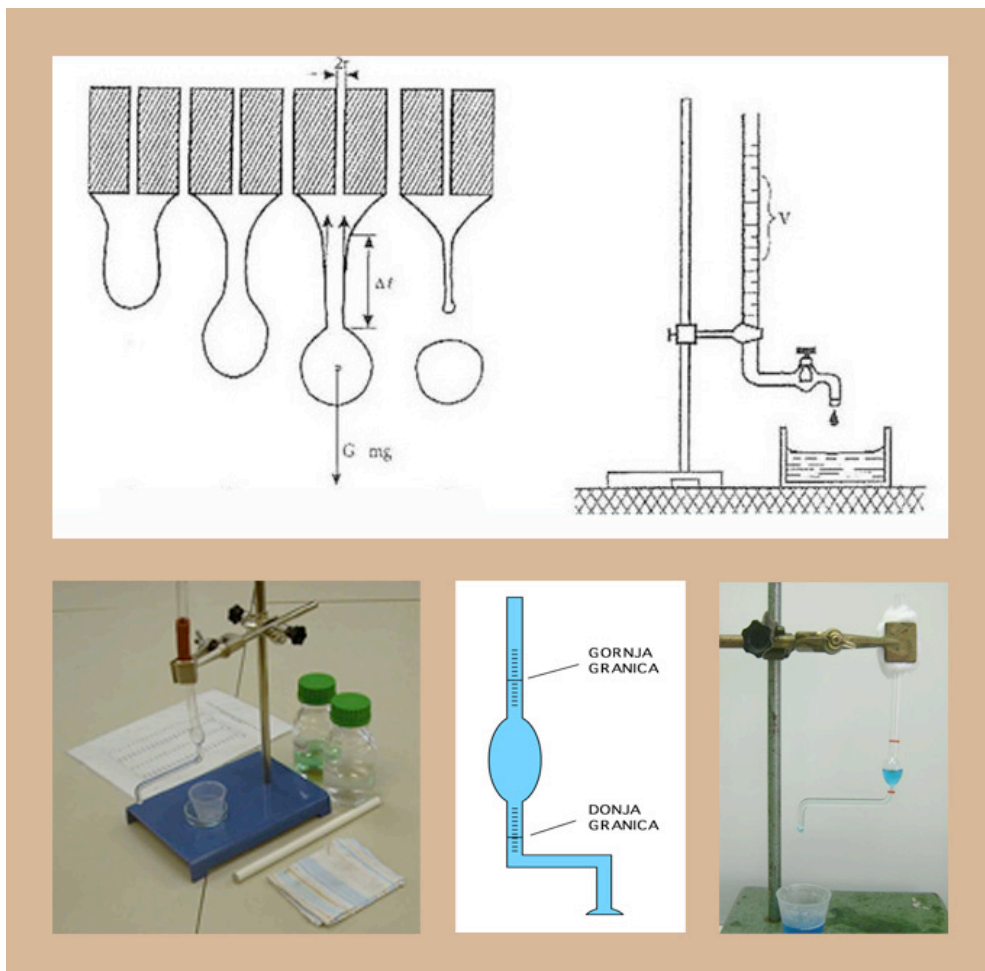
ρ_{ot} gustoća otopine

ρ_v gustoća vode

n_{ot} broj kapi otopine

n_v broj kapi vode

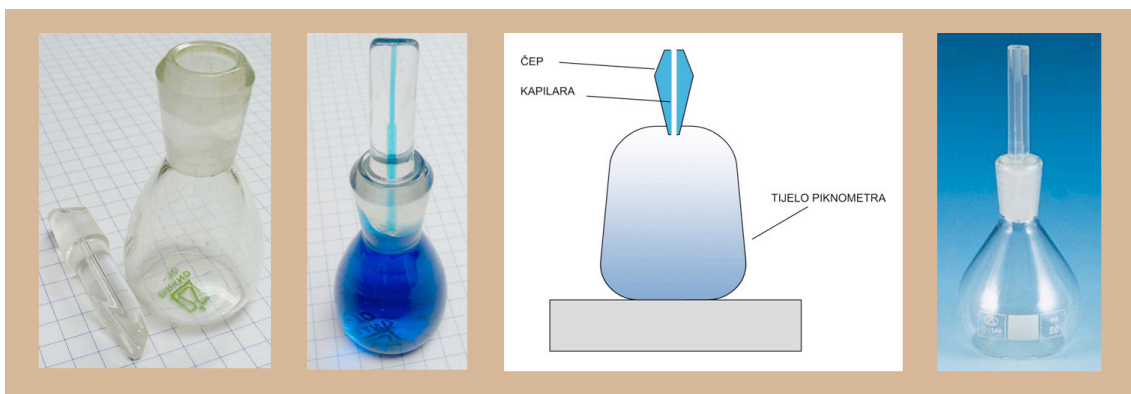
Za izračunavanje površinske napetosti pripremljenih uzoraka otopina za vlaženje prema jednadžbi 6, potrebno je izračunati gustoću svakog uzorka i tu vrijednost uvrstiti u jednadžbu. Gustoća uzoraka mjerena je metodom piknometra.



Slika 51. Stalagmometar

3.2.2.1. Određivanje volumena pomoću piknometra

Metodom piknometra mjerena je specifična gustoća pojedinog uzorka. Piknometar (sl. 52.) je posuda za indirektno mjerenje gustoće tvari koja ima točno određen volumen (na određenim temperaturama), te se iz volumena tvari u piknometru i njene mase (razlika masa punog i praznog piknometra) može izračunati gustoća te tvari. Kao standard upotrebljava se destilirana voda. Masa otopine u piknometru mjerena je analitičkom vagom tvrtke „Mettler“. Vaga se prije mjerenja izbaždarila na 0,0000 g. Mjerenja su najprije obuhvaćala vaganje praznog piknometra, a zatim vaganje punog piknometra s destiliranom vodom. Iz razlike masa izračunat je volumen piknometra.



Slika 52. Piknometar

Destilirana voda uz konstantnu temperaturu, koristi se kao referentna tekućina. Iz tih podataka gustoća referentne tekućine (destilirane vode) očita se iz tablica (ρ_v).

3.2.2.2. Postupak mjerenja mase pomoću piknometra

Analitičkom vagom izvagan je čisti i suhi piknometar, zatim je napunjen destiliranom vodom i začepljen čepom s kapilarom kroz koju se istisne suvišak tekućine. Takav čep omogućava da u piknometru bude uvijek isti volumen tekućine. Iz razlike masa punog i praznog piknometra izračuna se masa destilirane vode sadržane u piknometru pomoću jednadžbe (15):

$$m_v = m_2 - m_1 \quad (15)$$

gdje je:

m_v - masa vode

m_1 - masa praznog piknometra

m_2 - masa punog piknometra

Iz mase destilirane vode i poznate gustoće destilirane vode (prema tablici), izračunao se volumen destilirane vode koji odgovara volumenu piknometra prema sljedećoj jednadžbi (16):

$$V_p = \frac{m_v}{\rho_v} \quad (16)$$

gdje je:

V_p - volumen piknometra

m_v - masa vode

ρ_v - gustoća vode na izmjerenoj temperaturi

Vaganjem zatim svakog pojedinog uzorka mjerena je gustoća pripremljenih uzoraka otopine za vlaženje. Gustoća svakog pojedinog uzorka izračunata se iz mase otopine i volumena piknometra pomoću jednadžbe (17):

$$\rho_{ot} = \frac{m_{ot}}{V_p} \quad (17)$$

gdje je:

ρ_{ot} - gustoća mjerene otopine

m_{ot} - masa otopine

V_p - volumen piknometra

3.2.2.3. Mjerenje površinske napetosti stalagmometrom

Otopina čija se površinska napetost želi izmjeriti, usisana je u stalagmometar, a zatim se tekućina pusti da slobodno istječe, te se pri tome broje kapi koje se odvajaju od stalagmometra. Prije početka mjerenja potrebno je odrediti volumen tekućine koji će istjecanjem stvarati kapljice.

Za svaki ispitivani uzorak otopine za vlaženje mjerenje se ponavljalo tri puta, a nakon toga izračunavala se srednja vrijednost broja kapi određenog volumena uzorka.

Izmjereni broj kapi za svaki uzorak uvršten je u jednadžbu (14) pomoću koje se računa napetost površine.

Svaki uzorak sa otopinom za vlaženje mjeren je 3 puta te je izračunata srednja vrijednost broja kapi. Pripremljeni uzorci mjereni su od 0 (destilirana voda) do 100 volumnih udjela koncentrata od kojeg je pripremljena otopina za vlaženje.

3.2.3. Mjerenje kontaktnog kuta

Za određivanje kontaktnog kuta koje tvore kapi uzoraka otopine za vlaženje na slobodnoj površini tiskovne forme, korišten je poluautomatski uređaj „OCA 30“, proizvođača DataPhysics (sl. 53.). Za očitavanje rezultata uz uređaj se koristi i programska podrška „SCA 20“, kojeg podržava operativni sustav Windows.

Uređaj osigurava točnost pozicioniranja uzorka od $\pm 0.1\%$, te omogućava mjerenje kontaktnog kuta od 0° do 180° . Programska podrška uređaja za mjerenje kontaktnog kuta omogućava pozicioniranje uzoraka tiskovne forme u svim smjerovima, upravljanje preciznom kontrolom istiskivanja točno određenog volumena kapi, te mjerenje statičkog i dinamičkog kontaktnog kuta koristeći Sessile Drop metodu.



Slika 53. OCA 30 uređaj za mjerenje kontaktnog kuta

3.2.3.1. Sessile Drop metoda mjerenja kontaktnog kuta

Sessile drop metoda je poznata i pod nazivom „metoda ležeće kapi“. U kontaktu s čvrstom ravnom površinom kapljica tekućine formira određeni oblik. Kontaktni kut se mjeri između osnovne ravnine, tj. dodirne površine tekućine, krute tvari i tangente povučene na rub kapljice iz trojne točke plinovito – tekuće – čvrsto.

Na veličinu kontaktnog kuta utječu površinske energije pojedinih faza (tekuća, čvrsta i plinovita faza), a Youngova jednadžba povezuje te tri veličine.

$$\sigma_S = \sigma_{SL} + \sigma_L \cdot \cos \theta \quad (19)$$

$$\cos \theta = \left(\frac{\sigma_S - \sigma_{SL}}{\sigma_L} \right) \quad (20)$$

gdje je:

- σ_L površinska napetost tekućine
- σ_S površinska energija krute tvari
- σ_{SL} energija između tekućine i krute tvari
- θ kontaktni kut

3.2.3.2. Mjerenje kontaktnog kuta uređajem OCA 30

Prije početka mjerenja potrebno je definirati parametre pritiska potrebnog da uređaj istisne zadani volumen ispitivane otopine (u ovim mjerenjima volumen je iznosio 1.0 μ l). Kapljica se prvo formira na vrhu injekcije, zatim se vertikalnim pomakom dovede u kontakt sa podlogom. Cijeli proces se snima videokamerom, i može se pratiti na zaslonu monitora. Za svaki standard, postupak se ponovio 5 puta (5 kapi). Nakon toga, koristeći navedenu programsku podršku, izračunava se kontaktni kut (sl. 54.).

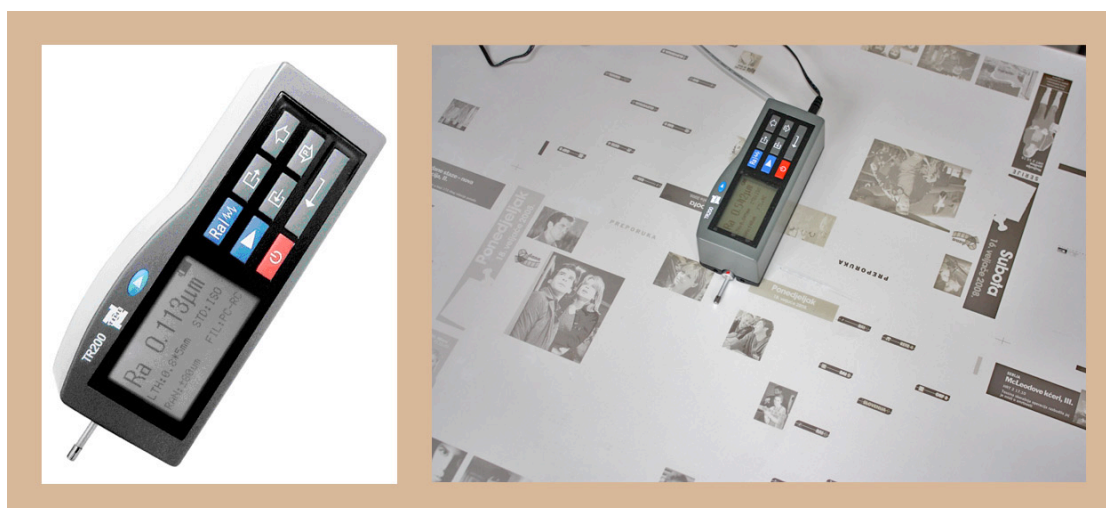
Također se mora uzeti u obzir da je vrijednost kontaktnog kuta zavisna o vremenu, te je potrebno definirati vrijeme mjerenja nakon kontakta kapi i tiskovne forme.



Slika 54. Postupak mjerenja koristeći SCA20 program

3.2.4. Mjerenje hrapavosti

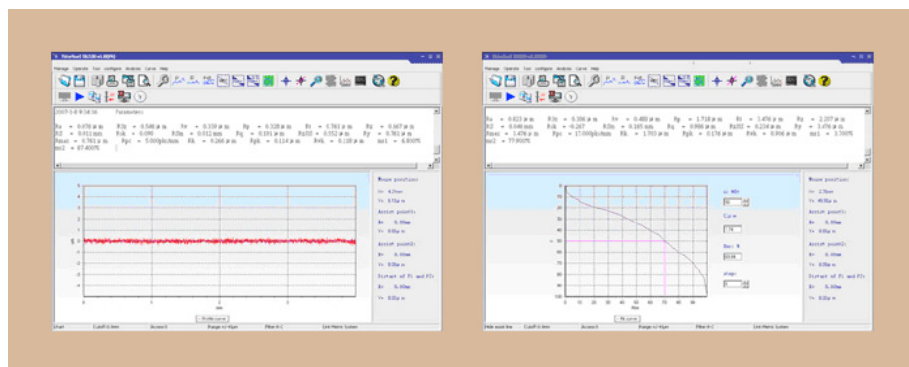
Površinska hrapavost mjerena je uređajem za mjerenje površinske hrapavosti TR200 (Surface Roughness Tester TR200) s mjernom točnošću $\pm 10\%$ prema specifikacijama koje je naveo proizvođač (sl. 55.).



Slika 55. Uređaj za mjerenje hrapavosti TR200

Uređaj TR200 postavlja se na uzorak tiskovne forme, ticalo uređaja klizi po površini i bilježi promjene u hrapavosti površine. Uređaj je povezan sa računalom pa se podaci o hrapavosti prenose automatski u program TIMESurf (sl. 56.) koji izračunava sve parametre hrapavosti i iscertava dijagrame na zaslonu monitora.

Hrapavost je mjerena na tiskovnim formama koje nisu bile u tisku i na tiskovnim formama koje su bile u tisku (60.000 otisaka), s time da se mjerila hrapavost slobodnih površina i hrapavost punog tona za svaku boju pojedinačno.



Slika 56. TIMESurf program za očitavanje rezultata površinske hrapavosti

3.2.5. Optička analiza

Površina tiskovne forme analizana je optičkim mikroskopom Olympus BX51. Mikroskop s videokamerom spojen je sa računalom, uz programsku podršku "Stream Motion". Maksimalno povećanje ovog mikroskopa iznosi 2.000 puta.



Slika 57. Olympus BX51

Mikroskop je spojen sa računalom (sl. 57.) tako da se slika koju prikazuje mikroskop može vidjeti na zaslonu monitora. Svaka slika određenog područja se sprema na računalu, a zatim se vrši vizualna analiza površina tiskovne forme. Analiza se temelji na zapažanju udubljenih dijelova koji su prikazani kao zatamnjeniji dijelovi slike i povišenih dijelova koji su prikazani kao svijetliji dijelovi slike. Ova analiza je provedena na slobodnim površinama, na tiskovnim elementima i na granici tiskovnih i slobodnih površina pri povećanju od 1.000 puta.

4. REZULTATI

4.1. Rezultati mjerenja električne provodljivosti razvijača

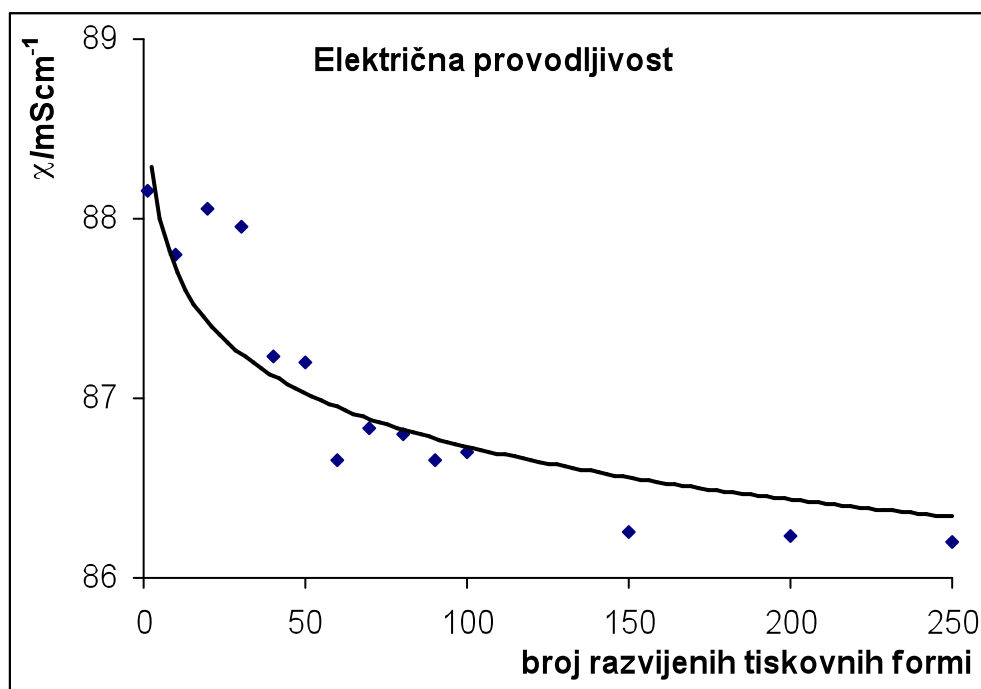
U tablici 1. prikazani su rezultati mjerenja električne provodljivosti uzoraka razvijača.

Tablica 1. Rezultati mjerenja električne provodljivosti

Broj razvijenih tiskovnih formi	provodljivost χ / mScm ⁻¹	Broj razvijenih tiskovnih formi	provodljivost χ / mScm ⁻¹	Broj razvijenih tiskovnih formi	provodljivost χ / mScm ⁻¹
0	87.13	40	87.23	90	86.66
1	88.16	50	87.20	100	86.70
10	87.80	60	86.66	150	86.26
20	88.06	70	86.83	200	86.23
30	87.96	80	86.80	250	86.20

Iz izmjerenih vrijednosti konstruiran je dijagram zavisnosti električne provodljivosti (sl. 58.) o broju razvijenih tiskovnih formi i prikazan na slici.

Iz dijagrama je vidljivo da vrijednosti električne provodljivosti u početku naglo padaju, da bi se njena vrijednost stabilizirala nakon 150 razvijenih tiskovnih formi.



Slika 58. Zavisnost električne provodljivosti razvijača o broju razvijenih tiskovnih formi

4.2. Rezultati mjerenja pH vrijednosti razvijača

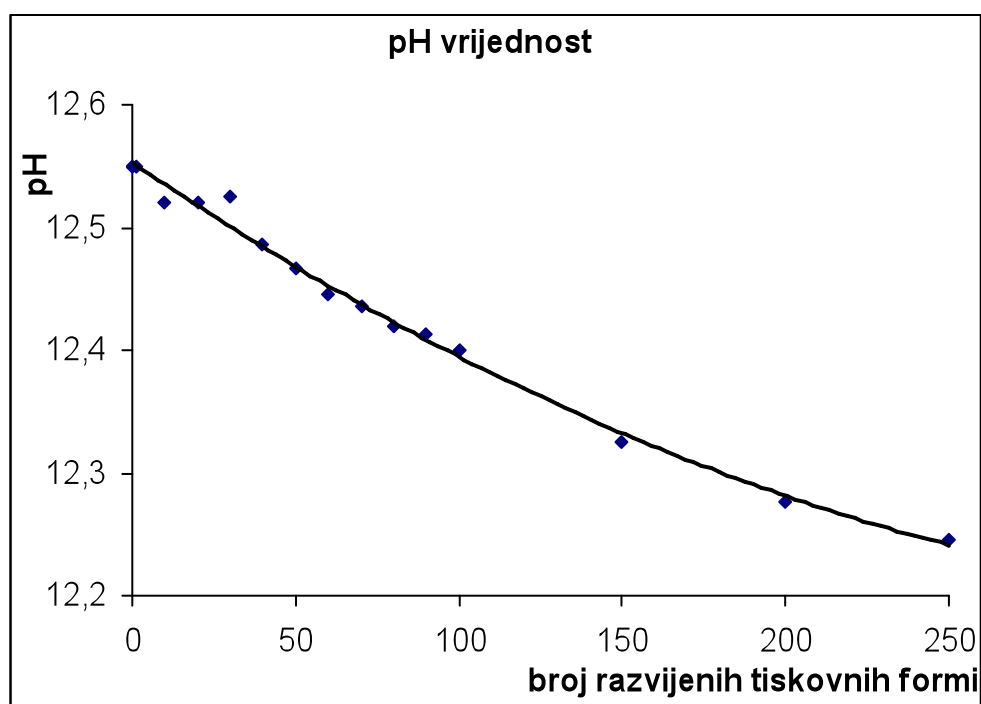
U tablici 2. prikazani su rezultati mjerenja pH vrijednosti uzoraka razvijača.

Tablica 2. Rezultati mjerenja pH vrijednosti uzoraka razvijača

Broj razvijenih tiskovnih formi	pH	Broj razvijenih tiskovnih formi	pH	Broj razvijenih tiskovnih formi	pH
0	12.550	40	12.486	90	12.413
1	12.550	50	12.466	100	12.400
10	12.520	60	12.446	150	12.326
20	12.520	70	12.436	200	12.276
30	12.526	80	12.420	250	12.246

Iz izmjerenih vrijednosti konstruiran je dijagram zavisnosti pH vrijednosti (sl. 59.) o broju razvijenih tiskovnih formi i prikazan na slici.

Iz dijagrama je vidljivo da pH vrijednost uzorka gotovo linearno opada povećanjem broja razvijenih tiskovnih formi iako još uvijek zadržava relativno visoke pH vrijednosti.



Slika 59. Zavisnost pH vrijednosti razvijača o broju razvijenih tiskovnih formi

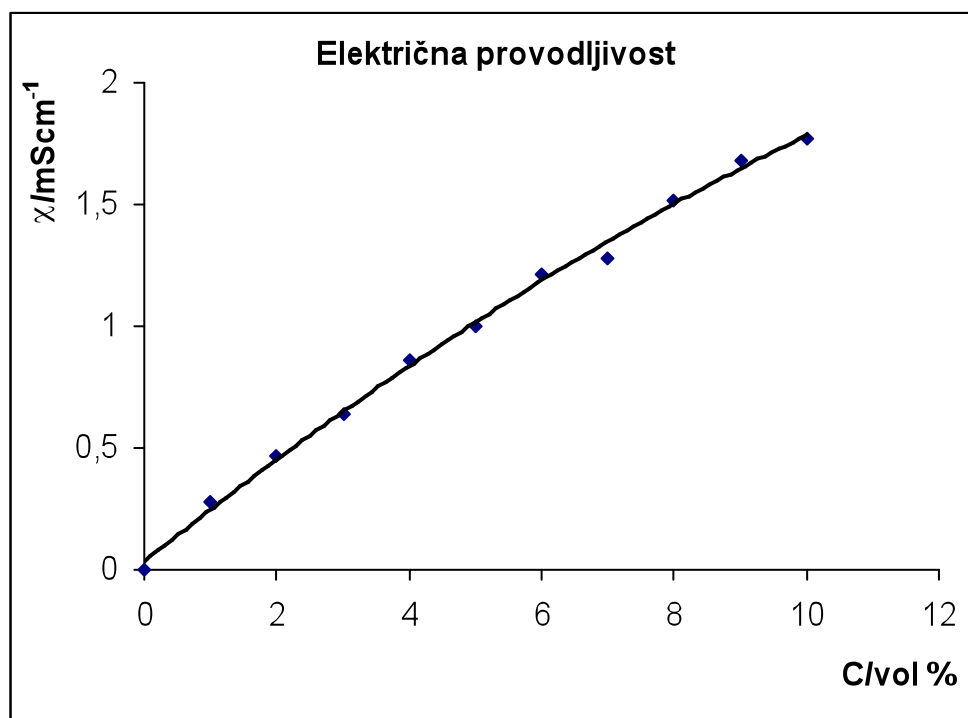
4.3. Rezultati mjerenja električna provodljivosti otopine za vlaženje

U tablici 3. prikazani su rezultati koji su dobiveni mjerenjem električne provodljivosti otopine za vlaženje.

Tablica 3. Rezultati mjerenja električne provodljivosti otopine za važenje

C /vol %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
χ / mScm ⁻¹	0,002	0,276	0,466	0,643	0,860	0,996	1,210	1,276	1,516	1,683	1,773

Iz dobivenih rezultata konstruiran je dijagram (sl. 60.) zavisnosti električne provodljivosti o volumnom udjelu koncentrata u otopini za vlaženje. Iz dijagrama je vidljivo da uzorak pokazuje linearno povećanje zavisnosti električne provodljivosti o promjeni koncentracije uzoraka otopine za vlaženje.



Slika 60. Zavisnost električne provodnosti o koncentraciji otopine za vlaženje

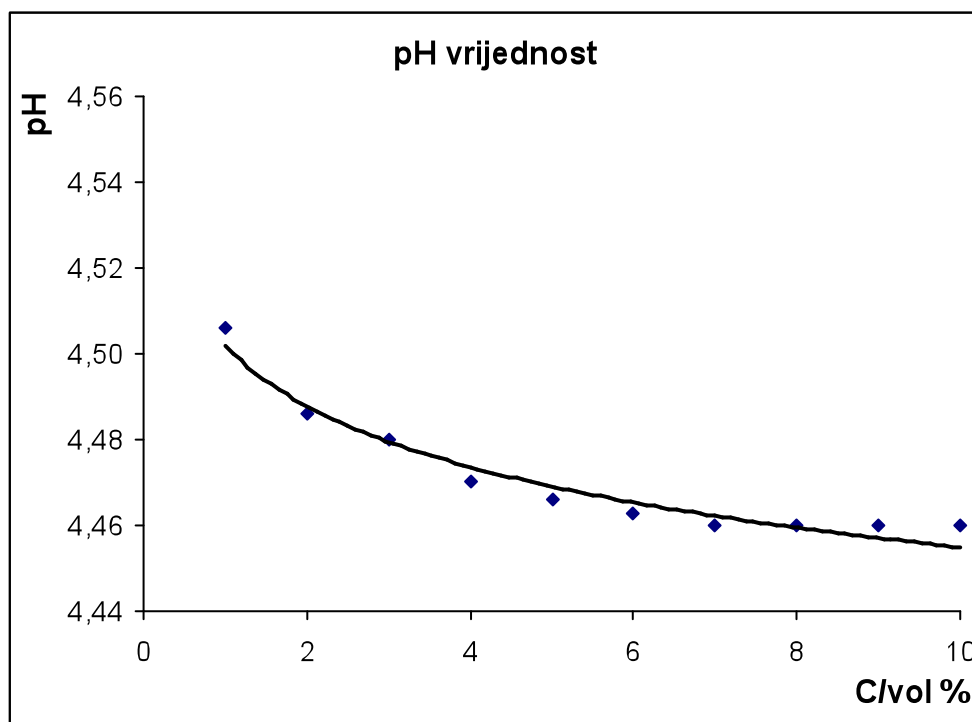
4.4. Rezultati mjerenja pH vrijednosti otopine za vlaženje

U tablici 4. prikazani su rezultati koji su dobiveni mjerenjem pH vrijednosti pripremljenih uzoraka otopine za vlaženje.

Tablica 4. Rezultati mjerenja pH vrijednosti otopine za vlaženje

C /vol %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	7,343	4,506	4,486	4,480	4,470	4,466	4,463	4,460	4,460	4,460	4,460

Dijagram zavisnosti pH vrijednosti o koncentraciji otopine za vlaženje konstruiran je iz dobivenih rezultata. Krivulja (sl. 61.) pokazuje logaritamsku zavisnost pH vrijednosti o koncentraciji otopine za vlaženje. Može se vidjeti da već pri niskim koncentracijama otopine za vlaženje vrijednost pH naglo pada. Povećavajući koncentraciju otopine taj pad je polaganiji i poprima približno konstantnu vrijednost.



Slika 61. Zavisnost pH vrijednosti o koncentraciji otopine za vlaženje

4.5. Rezultati mjerenja površinske napetosti

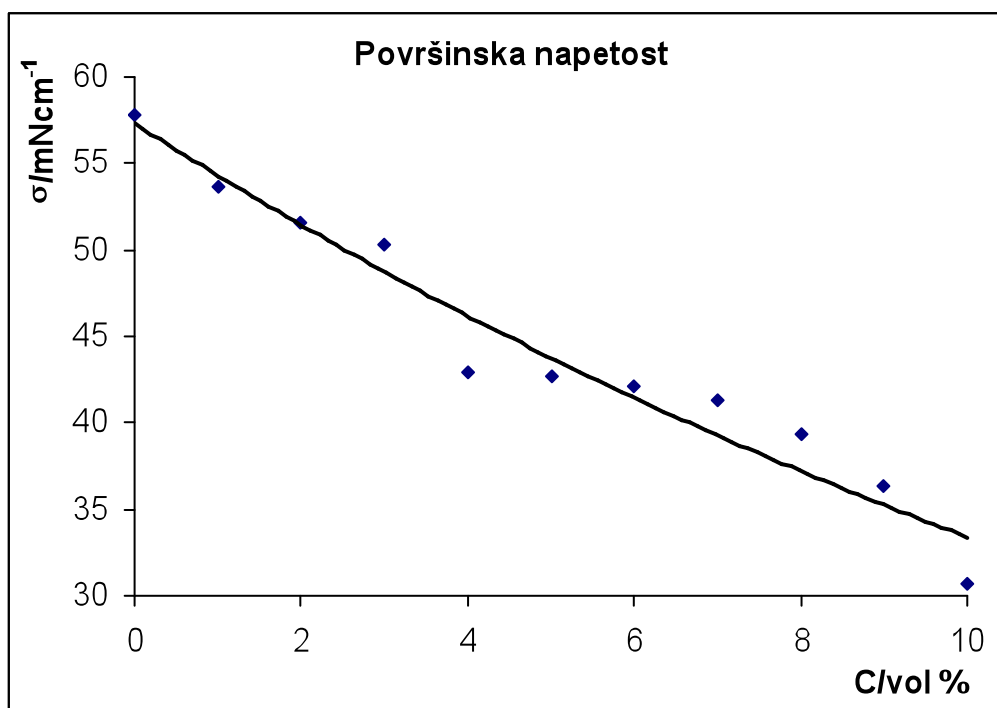
Iz mjerenja gustoće otopina metodom piknometra i broja kapi mjerenih metodom stalagmometra izračunata je površinska napetost pripremljenih uzoraka otopine za vlaženje. U tablici 5. prikazani su rezultati mjerenja površinske napetosti.

Tablica 5. Rezultati mjerenja površinske napetosti otopine za vlaženje

C /vol %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
σ /mNcm ⁻¹	57,83	53,60	51,52	50,35	42,91	42,64	42,11	41,34	39,39	36,39	30,66

Iz tako dobivenih rezultata konstruiran je dijagram zavisnosti površinske napetosti o koncentraciji otopine za vlaženje (sl. 62.).

Vidljivo je da površinska napetost opada u cijelom području ispitivanih koncentracija otopine za vlaženje. Pri niskim koncentracijama otopine za vlaženje površinska napetost naglo pada do približno 2 vol%, a nakon toga porastom koncentracije otopine smanjenje površinske napetosti je sve manje.



Slika 62. Zavisnost površinske napetosti o koncentraciji otopine za vlaženje

4.6. Rezultati mjerenja kontaktnog kuta

Rezultati mjerenja kontaktnog kuta na slobodnim površinama četrnaest različitih uzoraka tiskovnih formi preračunati su u kosinus kuta močenja ($\cos \Theta$), što je prikazano u tablicama 6., 7. i 8.

Tablica 6. i 7. Rezultati mjerenja kontaktnog kuta močenja slobodnih površina
(1.- 70. tiskovna forma)

C vol %	$\cos \Theta$			
	1	10	20	30
0	0,908	0,921	0,928	0,931
1	0,950	0,950	0,947	0,945
2	0,957	0,955	0,954	0,955
3	0,961	0,959	0,957	0,969
4	0,967	0,966	0,965	0,967
5	0,968	0,967	0,965	0,965
6	0,971	0,968	0,970	0,970
7	0,973	0,970	0,971	0,974
8	0,975	0,972	0,974	0,976
9	0,976	0,975	0,977	0,979
10	0,978	0,977	0,980	0,983

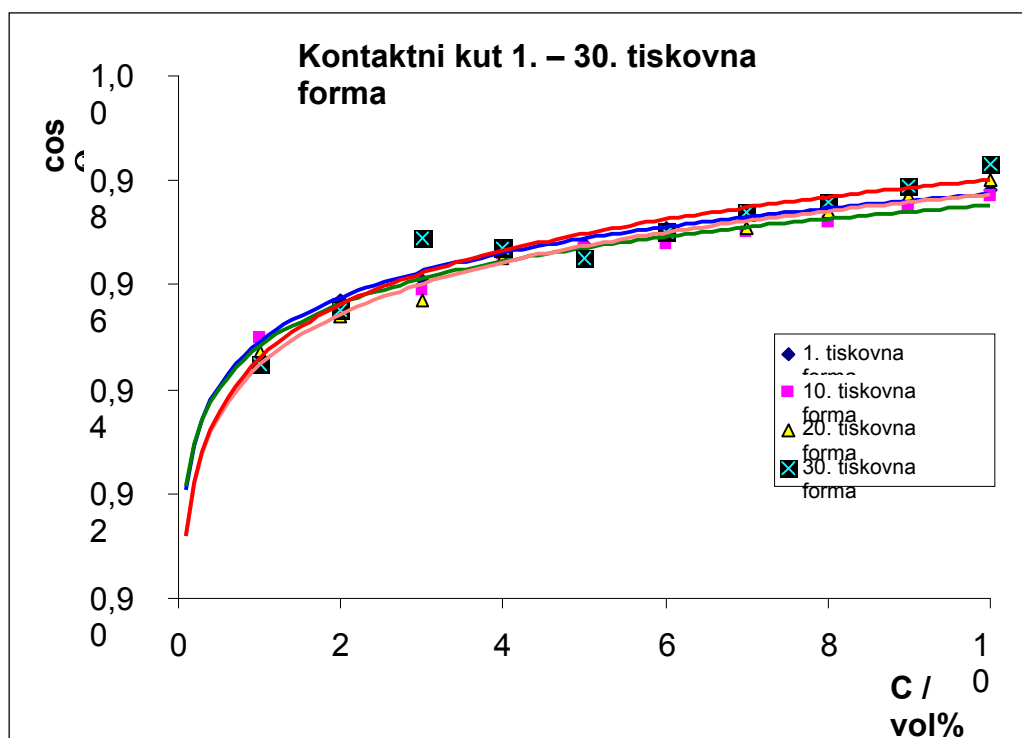
C vol %	$\cos \Theta$			
	40	50	60	70
0	0,934	0,931	0,906	0,929
1	0,943	0,956	0,962	0,954
2	0,954	0,957	0,956	0,956
3	0,957	0,954	0,962	0,961
4	0,961	0,962	0,962	0,964
5	0,959	0,965	0,964	0,968
6	0,964	0,967	0,968	0,974
7	0,967	0,976	0,971	0,973
8	0,971	0,975	0,974	0,975
9	0,974	0,978	0,978	0,978
10	0,983	0,983	0,979	0,981

Tablica 8. Rezultati mjerenja kontaktnog kuta močenja slobodnih površina
(80.- 250. tiskovna forma)

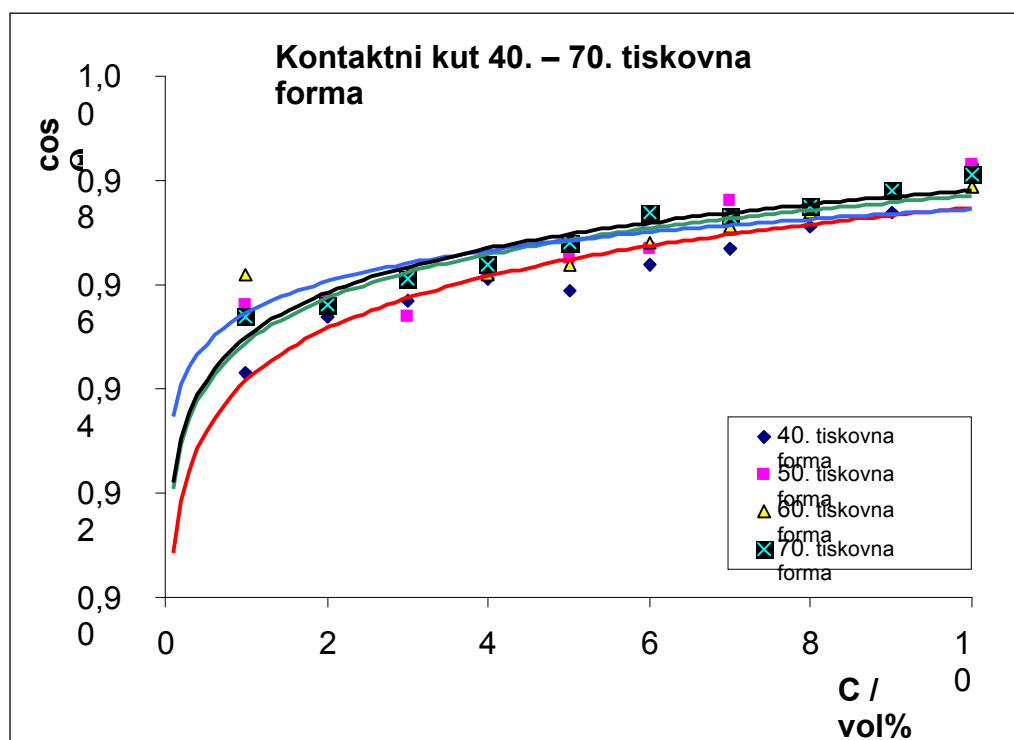
C / vol %	$\cos \Theta$					
	80	90	100	150	200	250
0	0,895	0,901	0,886	0,890	0,917	0,922
1	0,941	0,941	0,933	0,937	0,943	0,937
2	0,957	0,950	0,947	0,950	0,952	0,964
3	0,963	0,956	0,957	0,959	0,956	0,967
4	0,964	0,957	0,957	0,961	0,962	0,967
5	0,965	0,965	0,964	0,962	0,959	0,970
6	0,968	0,970	0,965	0,968	0,964	0,968
7	0,970	0,970	0,967	0,970	0,965	0,973
8	0,971	0,972	0,968	0,972	0,967	0,974
9	0,970	0,974	0,976	0,974	0,971	0,975
10	0,978	0,984	0,981	0,976	0,973	0,980

Iz dobivenih rezultata konstruirani su dijagrami zavisnosti kontaktnog kuta o koncentraciji otopine za vlaženje za svaki ispitanu uzorak ofsetnih tiskovnih formi (sl. 63., 64. i 65.). Rezultati mjerenja pokazuju da se povećanjem koncentracije otopine za vlaženje smanjuje kontaktni kut močenja slobodnih površina na svim ispitanim uzorcima (kosinus raste). Sve

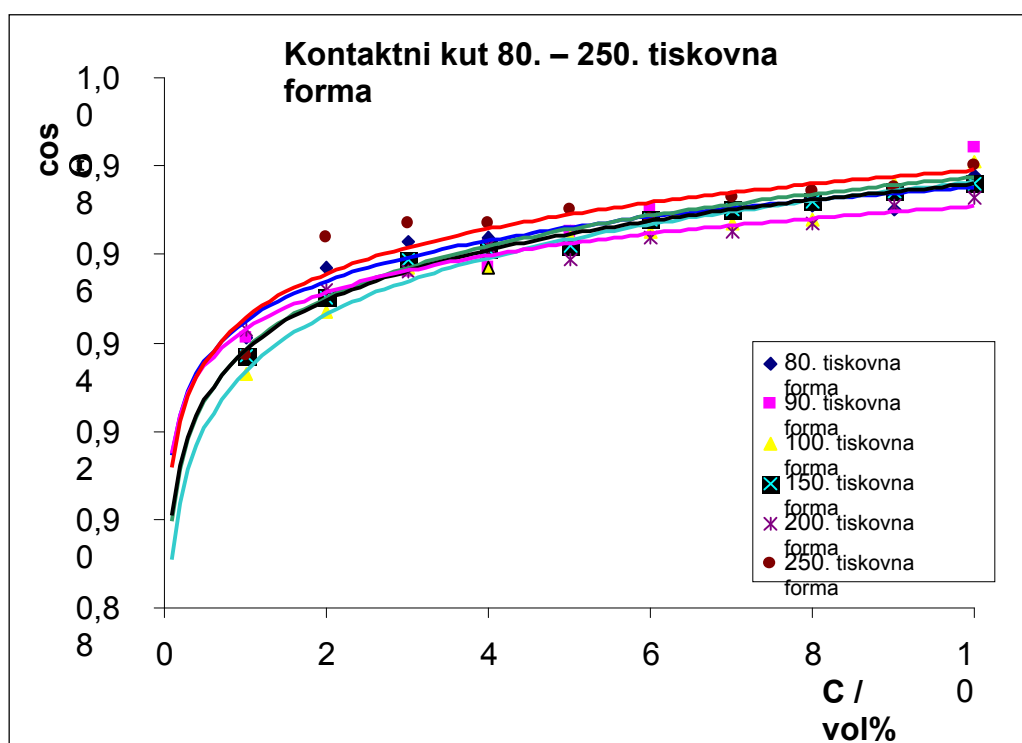
krivulje imaju sličan tijek i pokazuju logaritamsku zavisnost kosinusa kuta močenja slobodnih površina o koncentraciji otopine za vlaženje.



Slika 63. Zavisnost kosinusa kontaktnog kuta o koncentraciji otopine za vlaženje



Slika 64. Zavisnost kosinusa kontaktnog kuta o koncentraciji otopine za vlaženje



Slika 65. Zavisnost kosinusa kontaktnog kuta o koncentraciji otopine za vlaženje

4.7. Rezultati mjerenja RTV na tiskovnim formama

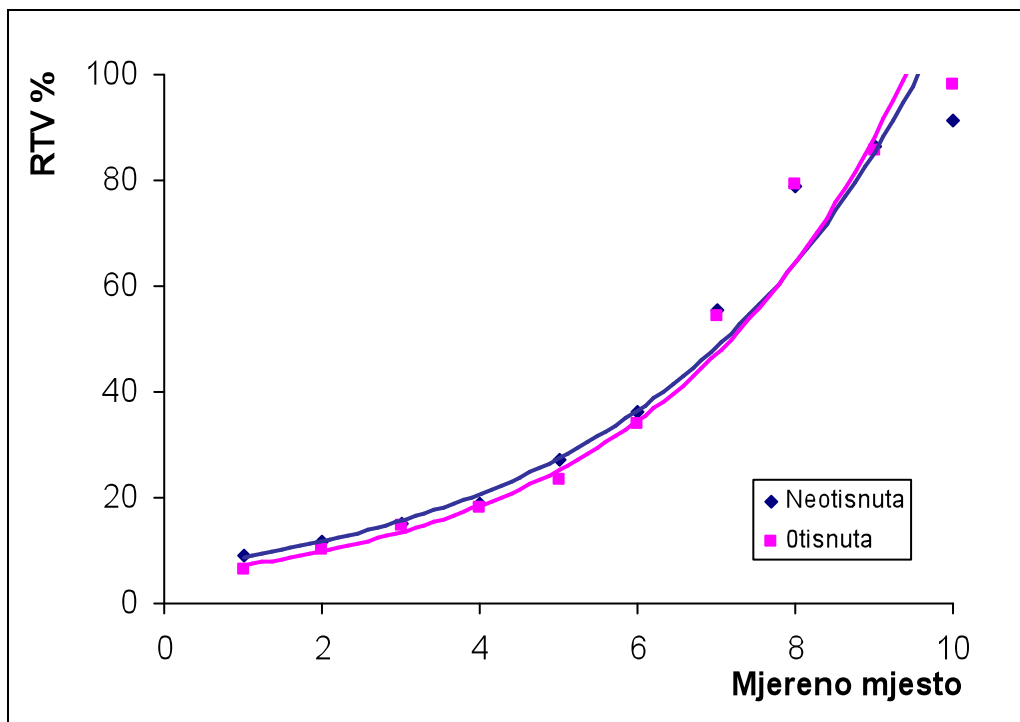
4.7.1. Rezultati mjerenja nakon 10.000 otisaka

Na uzorcima CtP tiskovnih formi koji su pripremljeni na već opisani način, pomoću SpectroPlate denzitometra mjerene su pokrivenosti površina (RTV) motiva koji su se nalazili na tiskovnim formama. Mjerenja su vršena na 10 istih mjesta, kako na tiskovnoj formi koja je bila u tisku tako i na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (referentna tiskovna forma), a dobivene vrijednosti prikazane su u tablici 9. Rezultati RTV su prikazani u postocima.

Tablica 9. Rezultati mjerenja pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 10.000 otisaka

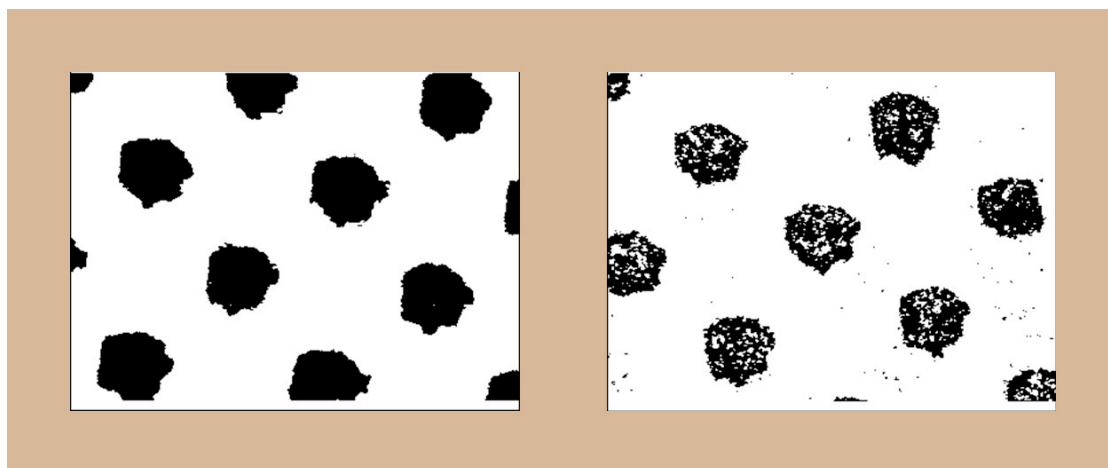
RTV / %	Mjerenje									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neotisnuta	1,8	8,5	14,4	20,3	30,3	39,5	50,4	62,1	80,5	87,5
Otisnuta	0,7	7,8	10,3	13,9	16,4	29,7	51,7	65,2	83,3	97,9

Iz dobivenih rezultata konstruirani su dijagrami pokrivenosti površine na referentnoj tiskovnoj formi i tiskovnoj formi nakon 10.000 otisaka (sl. 66).



Slika 66. Dijagram pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 10.000 otisaka

Iz dijagrama se vidi da nakon 10.000 otisaka dolazi do odstupanja pri niskim, kao i pri visokim RTV u odnosu na tiskovnu formu koja nije bila u tisku. Ta odstupanja su veća pri niskim RTV, naime, dolazi do smanjenja RTV, kao što se vidi na slici 67.



Slika 67. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno)

(RTV referentne tiskovne forme je 20,3%, a RTV tiskovne forme u tisku je 13,9%)

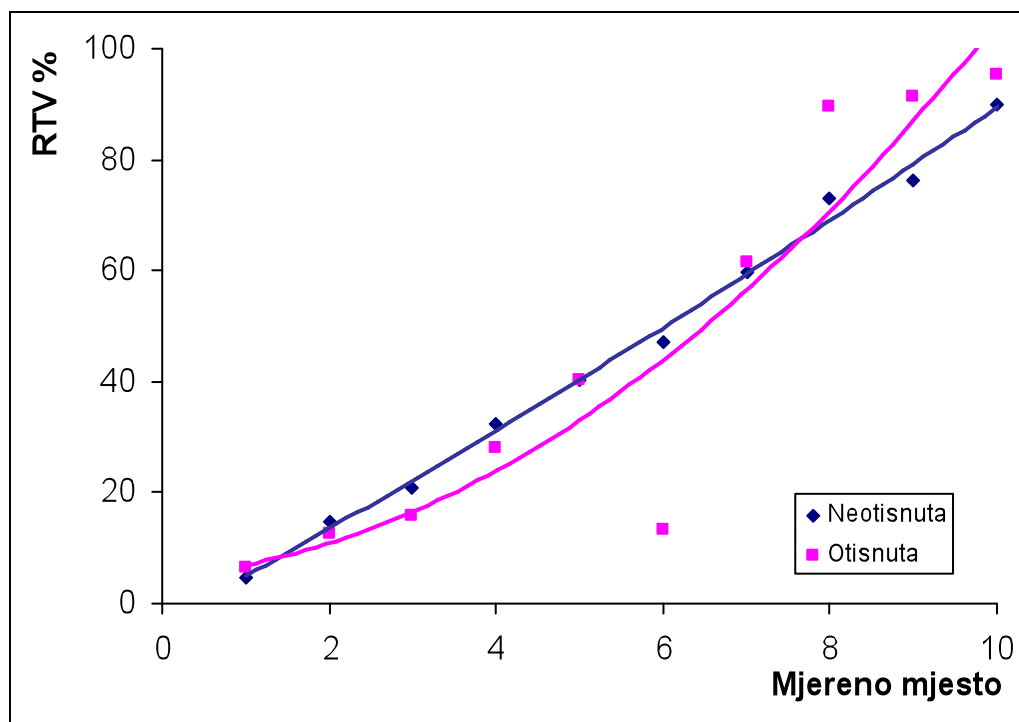
4.7.2. Rezultati mjerenja nakon 23.000 otisaka

Na uzorcima CtP tiskovnih formi, SpectroPlate denzitometrom također su mjerene pokrivenosti površina (RTV) na tiskovnoj formi koja je bila u tisku i na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku. Mjerene su na istih 10 mjesta, a dobivene vrijednosti prikazane su u tablici 10. Rezultati RTV su prikazani u postocima.

Tablica 10. Rezultati mjerenja pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 23.000 otisaka

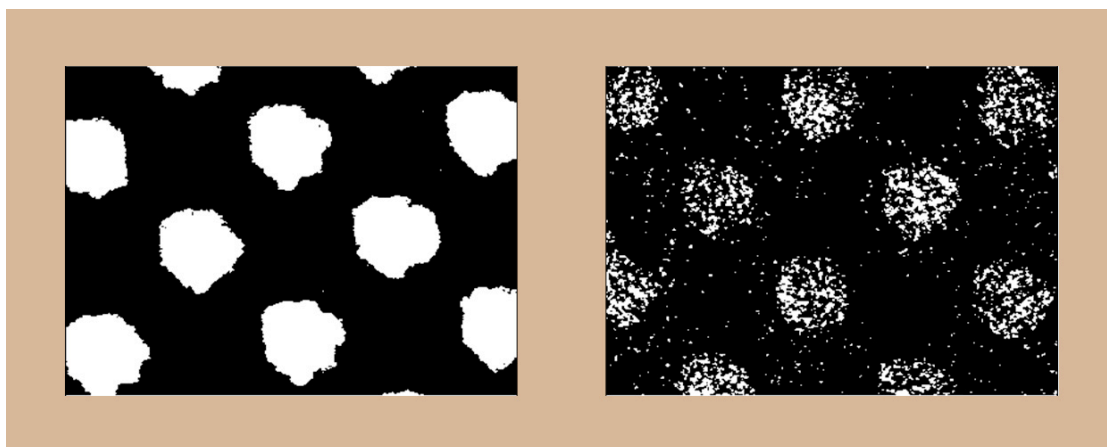
RTV / %	Mjerenje									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neotisnuta	4,6	14,6	21,0	32,4	40,2	47,3	59,6	73,2	82,1	89,8
Otisnuta	6,5	12,5	15,9	27,9	40,3	13,4	61,5	89,7	81,2	95,4

Iz dobivenih rezultata konstruirani su dijagrami pokrivenosti tiskovnih površina na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku i na tiskovnoj formi nakon 23.000 otisaka (sl. 68.).



Slika 68. Dijagram pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 23.000 otisaka

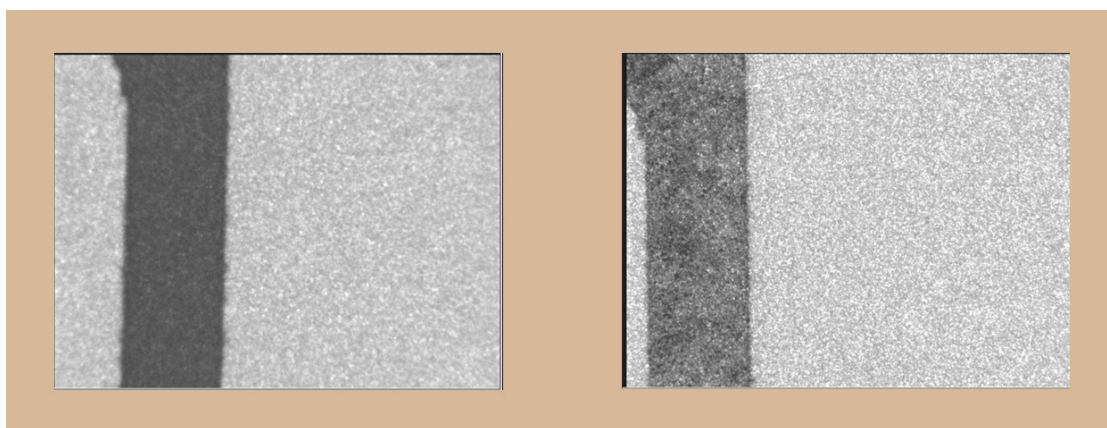
Iz dijagrama se vidi da nakon 23.000 otisaka dolazi do manjih odstupanja pri niskim RTV, a pri visokim RTV odstupanja su veća u odnosu na tiskovnu formu koja nije korištena u tisku (referentna tiskovna forma). Pri visokim RTV, naime, dolazi do povećanja RTV, kao što se vidi na slici 69.



Slika 69. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno)

(RTV referentne tiskovne forme je 73,2%, a RTV tiskovne forme u tisku je 89,7%)

Na slici 70 prikazan je izgled slova „i“ kao tiskovnog elementa na tiskovnoj formi koja nije korištena u tisku (referentna tiskovna forma), i na tiskovnoj formi nakon 23.000 otisaka. Na slici se može vidjeti da dolazi do djelomičnog smanjenja pokrivenosti površine tiskovnog elementa.



Slika 70. Prikaz tiskovne površine na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno)

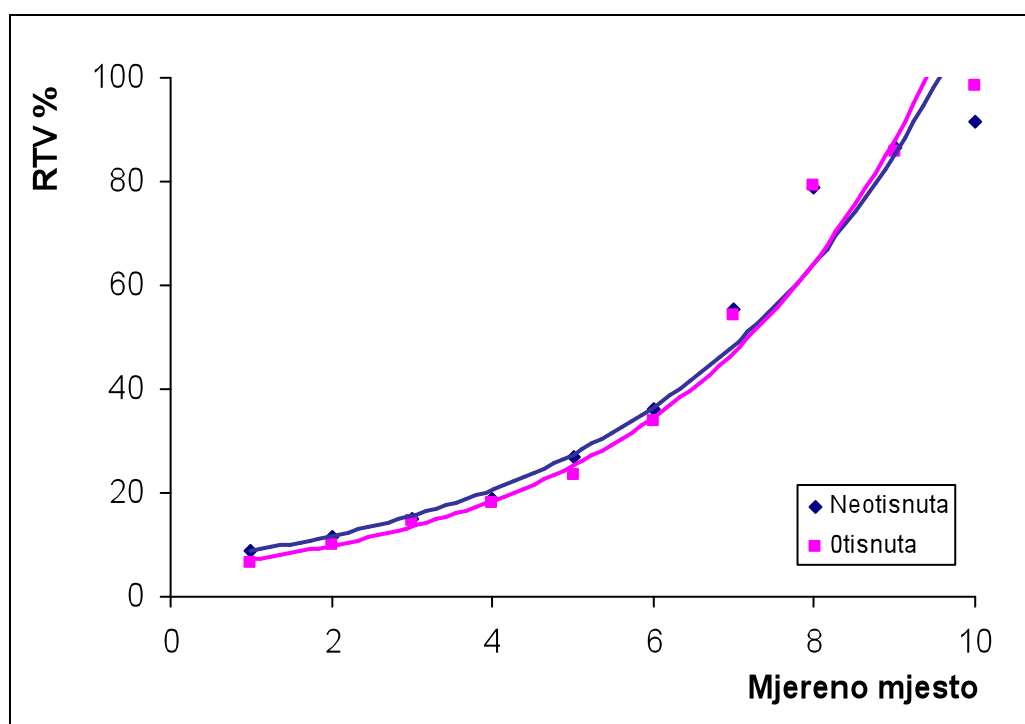
4.7.3. Rezultati mjerenja nakon 40.000 otisaka

Na uzorcima CtP tiskovnih formi, SpectroPlate denzitometrom mjerene su pokrivenosti površina (RTV) na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku i na tiskovnoj formi koja je otisnula 40.000 otisaka. Mjerene su na istih 10 mjesta, a dobivene vrijednosti prikazane su u tablici 11. Rezultati RTV su prikazani u postocima.

Tablica 11. Rezultati mjerenja pokrivenosti površine na referentnoj tiskovnoj formi i na tiskovnoj formi nakon 40.000 otisaka

RTV / %	Mjerenje									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neotisnuta	9,0	11,6	15,1	18,9	27,0	36,3	55,5	78,9	86,6	91,5
Otisnuta	6,4	10,1	14,7	18,2	23,4	34,0	54,3	79,1	85,6	98,3

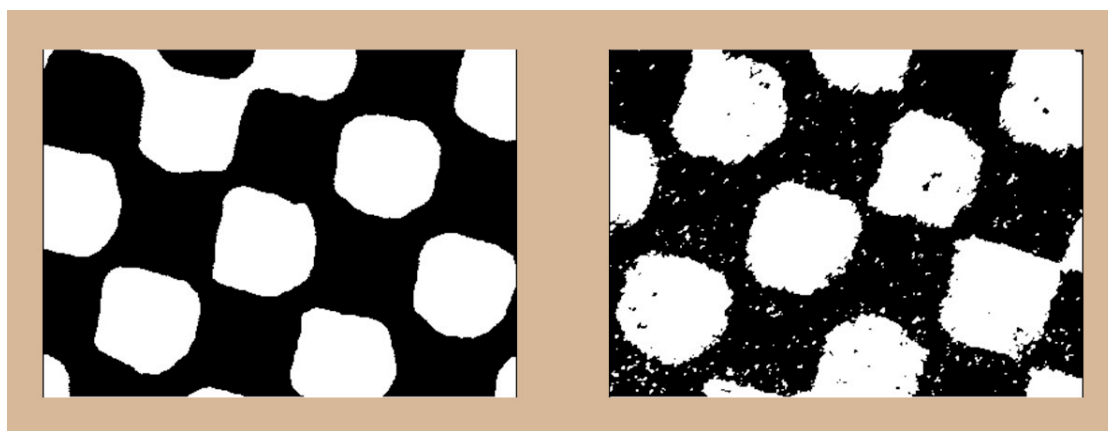
Iz dobivenih rezultata konstruirani su dijagrami pokrivenosti površine na referentnoj tiskovnoj formi i na tiskovnoj formi nakon 40.000 otisaka (sl. 71.).



Slika 71. Dijagram pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 40.000 otisaka

Iz dijagrama na slici 71 vidi se da je vrijednost RTV nešto niža na otisnutoj tiskovnoj formi pri niskim RTV, dok se neznatno povećava pri visokim RTV.

Također je na slici 72. prikazan izgled površine tiskovnih i slobodnih površina pri RTV od oko 55%.



Slika 72. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno)

(RTV referentne tiskovne forme je 55.5%, a RTV tiskovne forme u tisku je 54,3%)

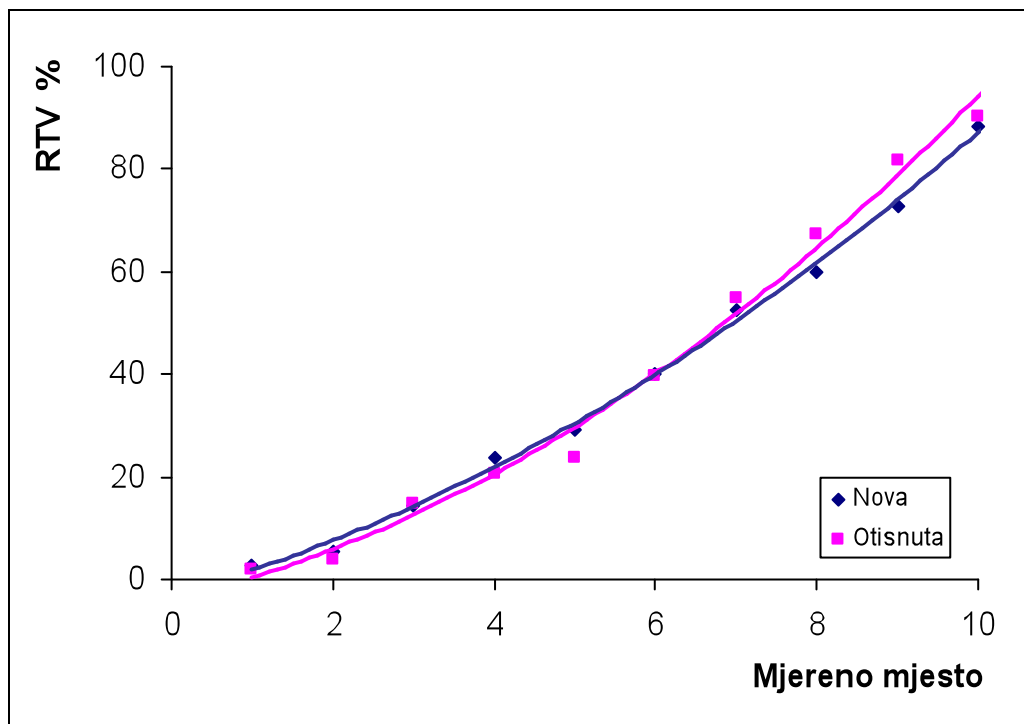
4.7.4. Rezultati mjerenja nakon 50.000 otisaka

Na uzorcima CtP tiskovnih formi, SpectroDens denzitometrom mjerene su pokrivenosti površina (RTV) na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku i na tiskovnoj formi koja je bila u tisku. Tiskovne forme su mjerene na istih 10 mjesta, a dobivene vrijednosti prikazane su u tablici 12. Rezultati RTV su prikazani u postocima.

Tablica 12. Rezultati mjerenja pokrivenosti površine na referentnoj tiskovnoj formi i na tiskovnoj formi nakon 50.000 otisaka

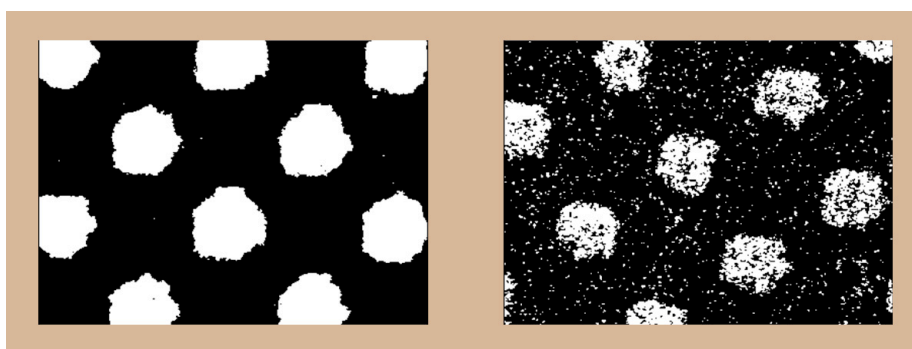
RTV / %	Mjerenje									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neotisnuta	2,9	5,5	14,3	23,8	29,3	39,9	52,6	60,1	72,8	88,2
Otisnuta	2,1	4,0	14,6	20,6	23,8	39,6	54,9	67,2	81,6	90,4

Iz dobivenih rezultata konstruirani su dijagrami pokrivenosti površine na referentnoj tiskovnoj formi i na tiskovnoj formi nakon 50.000 otisaka (sl. 73.).



Slika 73. Dijagram pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 50.000 otisaka

Iz dijagrama (sl. 73.) se vidi da nakon 50.000 otisaka dolazi do neznatnog smanjenja RTV na otisnutoj tiskovnoj formi pri niskim RTV, dok pri visokim RTV dolazi do povećanja RTV u odnosu na neotisnutu tiskovnu formu. Na slici 74. prikazani su rasterski elementi na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (referentna tiskovna forma) i na tiskovnoj formi koja je otisnula 50.000 primjeraka pri RTV približno od 73%.



Slika 74. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno)
(RTV referentne tiskovne forme je 72.8%, a RTV tiskovne forme u tisku je 81,6%)

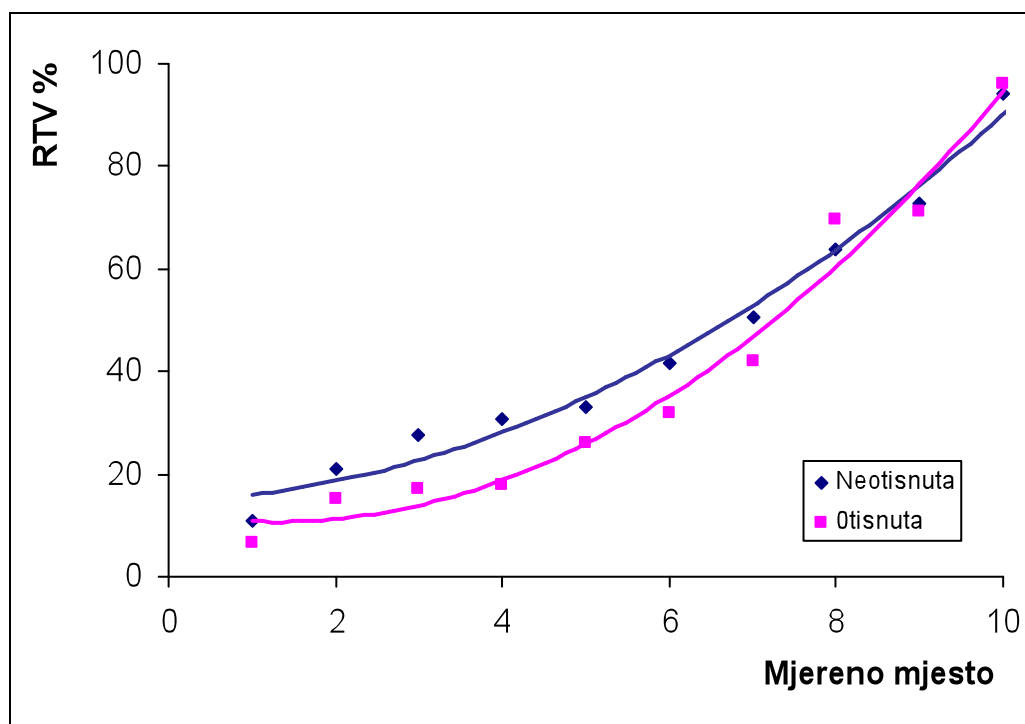
4.7.5. Rezultati mjerenja nakon 60.000 otisaka

Na uzorcima CtP tiskovnih formi, SpectroDens denzitometrom mjerene su pokrivenosti površina (RTV) na tiskovnoj formi koja je bila u tisku i na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku. Tiskovne forme su mjerene na istih 10 mjesta, a dobivene vrijednosti prikazane su u tablici 13. Rezultati RTV su prikazani u postocima.

Tablica 13. Rezultati mjerenja pokrivenosti površine na referentnoj tiskovnoj formi i na tiskovnoj formi nakon 60.000 otisaka

RTV %	Mjerenje									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Neotisnuta	11,0	21,1	27,5	30,8	33,2	41,7	50,7	63,9	72,6	94,3
Otisnuta	6,7	15,3	17,3	17,9	25,9	32,0	42,0	69,7	71,1	96,3

Iz dobivenih rezultata konstruirani su dijagrami pokrivenosti površine na referentnoj tiskovnoj formi i na tiskovnoj formi nakon 60.000 otisaka (sl. 75.).

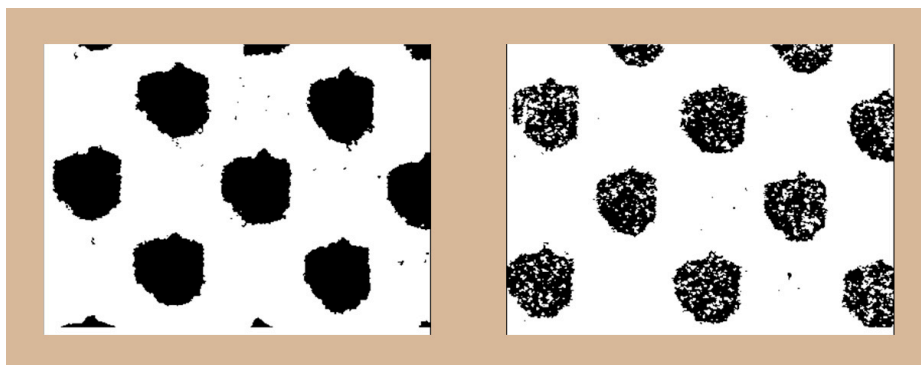


Slika 75. Dijagram pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 60.000 otisaka

Mjerenjem pokrivenosti nakon 60.000 otisaka dolazi do značajnijih razlika između tiskovne forme koja je bila u tisku i referentnog uzorka tiskovne forme. Pri niskim RTV ta je razlika

dosta velika (pokrivenost se smanjuje skoro za 35 %). Povećanjem RTV to smanjenje pokrivenosti postaje sve manje, da bi pri visokim RTV došlo do neznatnog povećanja RTV.

Odstupanja pri niskim RTV prikazana su na slici 76.



Slika 76. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno)

(RTV referentne tiskovne forme je 27,5%, a RTV tiskovne forme u tisku je 17,3%)

4.8. Rezultati mjerenja hrapavosti

Mjerenja hrapavosti pokazuju stanje površina na tiskovnim formama kako na onim koje su bile u procesu tiska, kao i na referentnom uzorku tiskovne forme, te utjecaj djelovanja gumene navlake ofsetnog cilindra, otopine za vlaženje, bojila i papira na stanje površine kako slobodnih, tako i tiskovnih površina tiskovne forme.

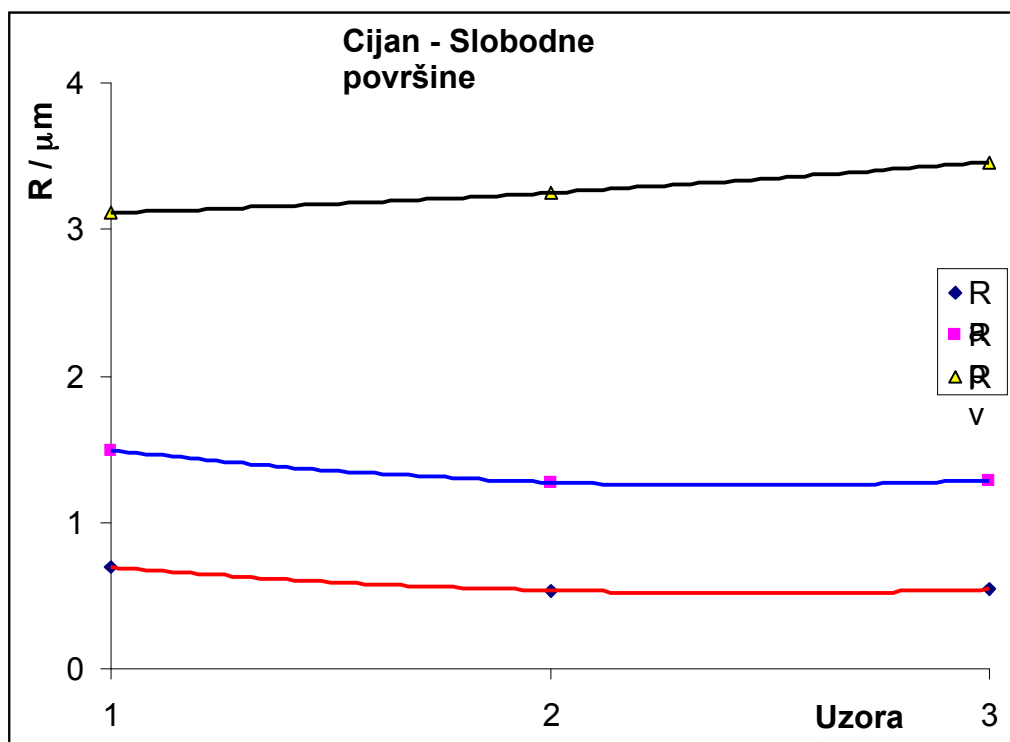
Mjereno je desetak amplitudnih i hibridnih parametara hrapavosti, no za tumačenje izabrana su tri koji mogu relevantno opisati stanje površina i to: Ra, Rp i Rv parametar hrapavosti. Rezultati mjerenja hrapavosti slobodnih površina na tiskovnim formama koje su bile u tisku i na referentnom uzorku tiskovnih formi prikazani su u tablici 14.

Tablica 14. Rezultati mjerenja hrapavosti na slobodnim površinama tiskovnih formi

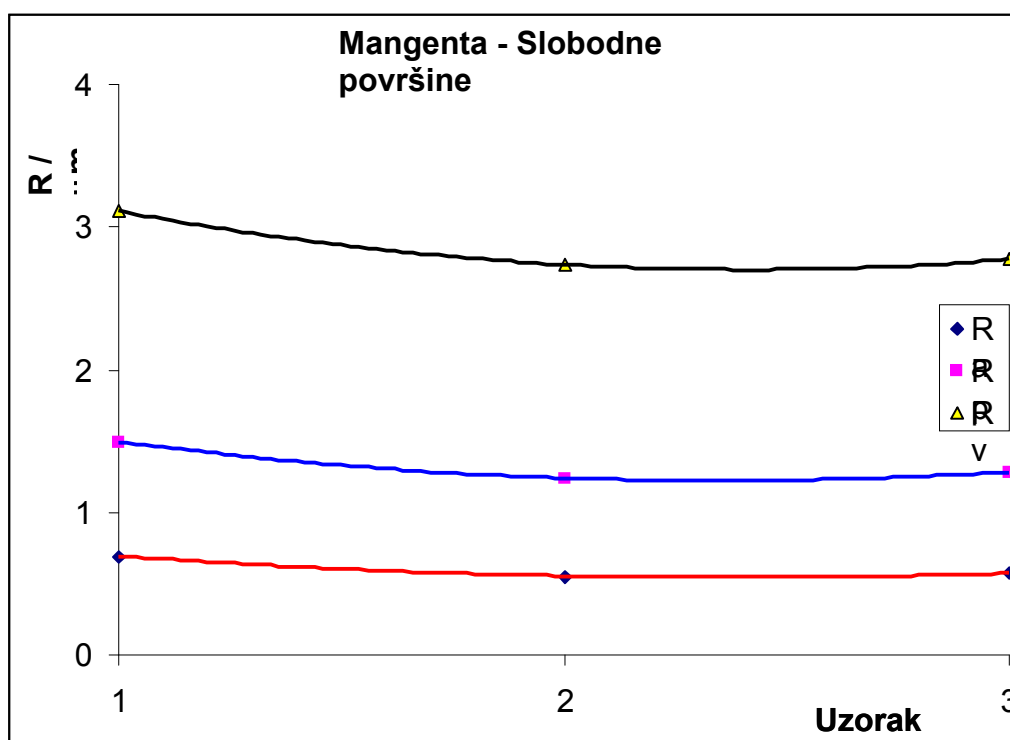
	Tiskovne forme koje su bile u tisku								Referentni uzorak (1)
	2C	2K	2M	2Y	3C	3K	3M	3Y	
Ra/ μm	0,534	0,571	0,534	0,550	0,541	0,547	0,540	0,532	0,692
Rp/ μm	1,273	1,292	1,240	1,288	1,289	1,303	1,284	1,256	1,493
Rv/ μm	2,883	3,024	2,736	2,883	2,828	2,938	2,772	2,951	3,093

Iz dobivenih rezultata mjerenja konstruirani su dijagrami zavisnosti pojedinih parametara hrapavosti za svaku boju o položaju tiskovne forme u procesu tiska (sl. 77. - sl. 80.)

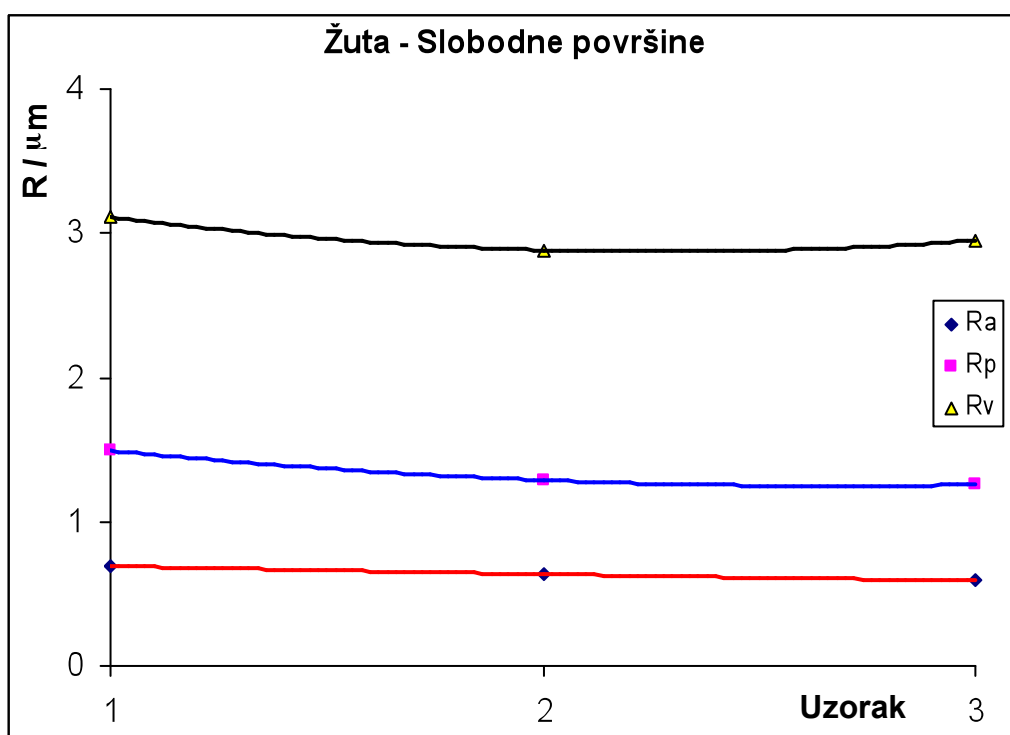
Iz dijagrama se vidi da dolazi do smanjenja svih parametara na položaju 2 u odnosu na referentni uzorak, te lagani porast vrijednosti na položaju 3. Iznimka su rezultati mjerenja R_v vrijednosti za tiskovnu formu s koje se otiskuje cijan. Krivulja dobivena za R_v parametar pokazuje stalan porast vrijednosti.



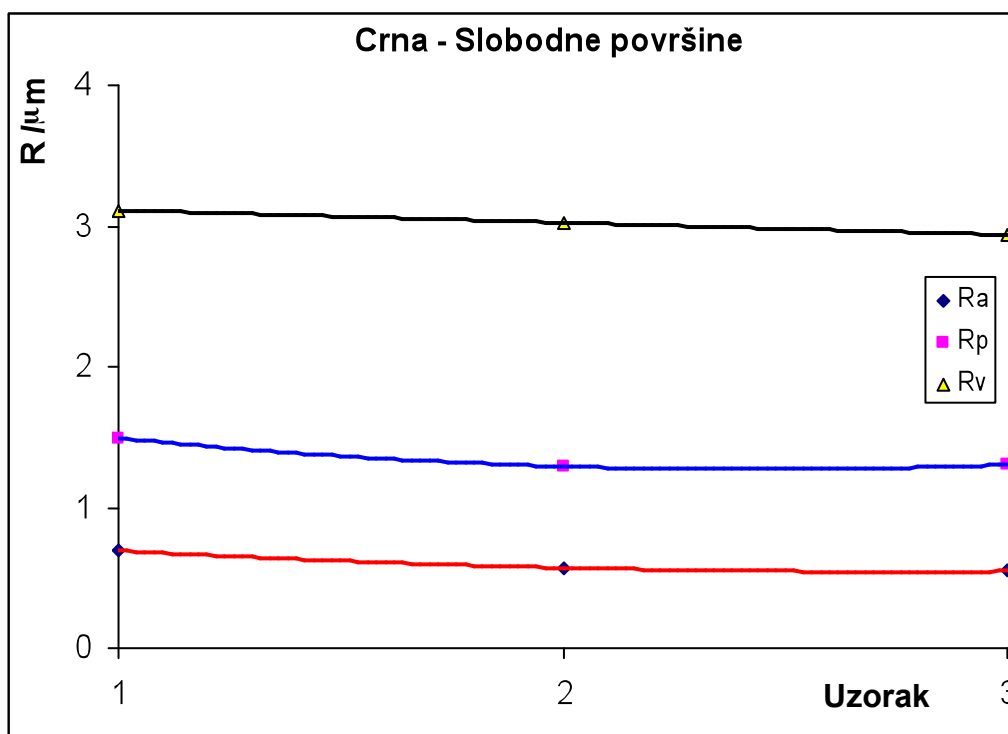
Slika 77. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za cijan



Slika 78. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za magentu



Slika 79. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za žutu



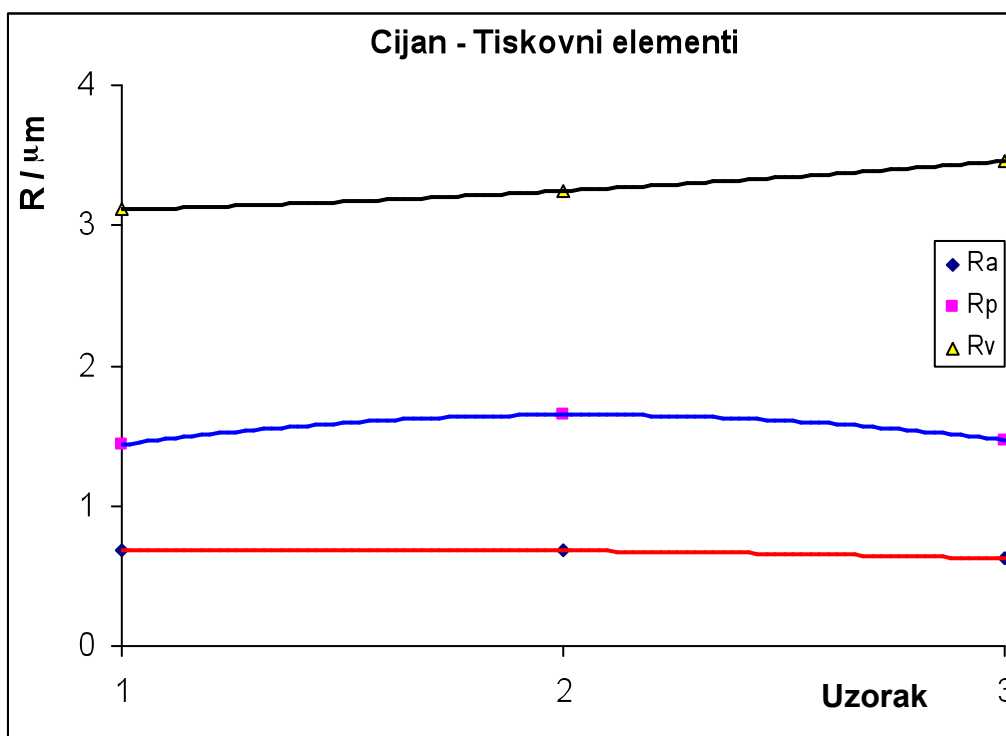
Slika 80. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za crnu

Rezultati mjerenja hrapavosti tiskovnih površina na tiskovnim formama koje su bile u tisku i na referentnom uzorku tiskovnih formi prikazani su u tablici 15.

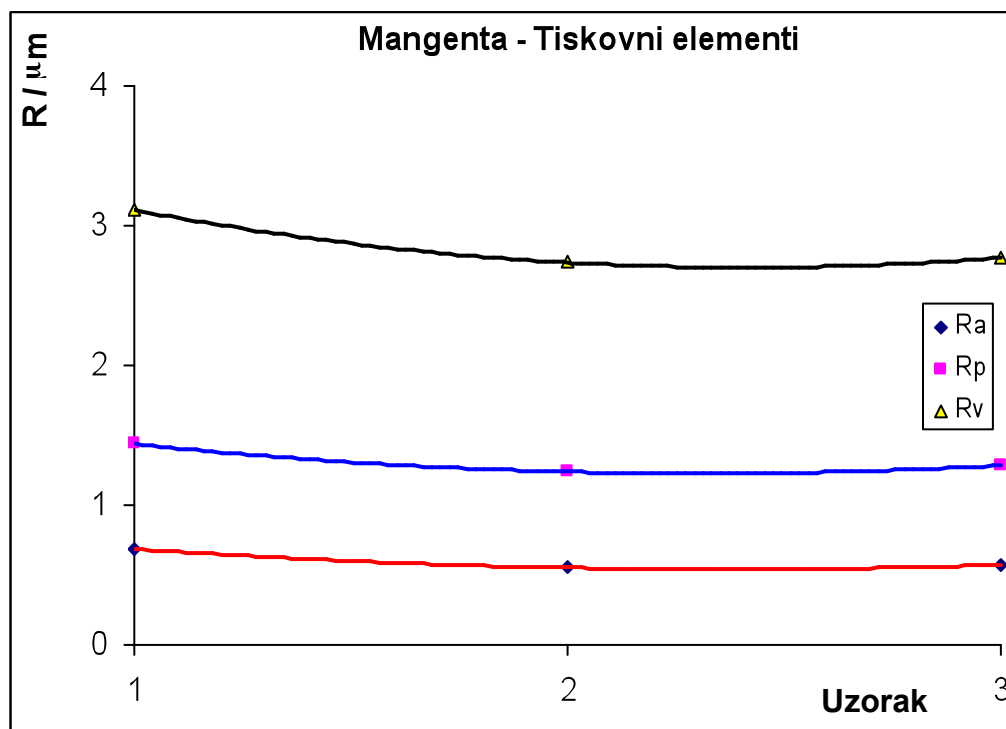
Tablica 15. Rezultati mjerenja hrapavosti na punim tonovima tiskovnih formi

	Tiskovne forme koje su bile u tisku								Referentni uzorak (1)
	2 C	2 K	2 M	2 Y	3 C	3K	3 M	3 Y	
Ra/ μm	0,680	0,715	0,552	0,636	0,624	0,727	0,572	0,591	0,687
Rp/ μm	1,648	1,623	1,491	1,531	1,496	1,856	1,463	1,531	1,436
Rv/ μm	3,247	3,112	2,976	3,359	3,460	3,387	3,187	2,672	3,112

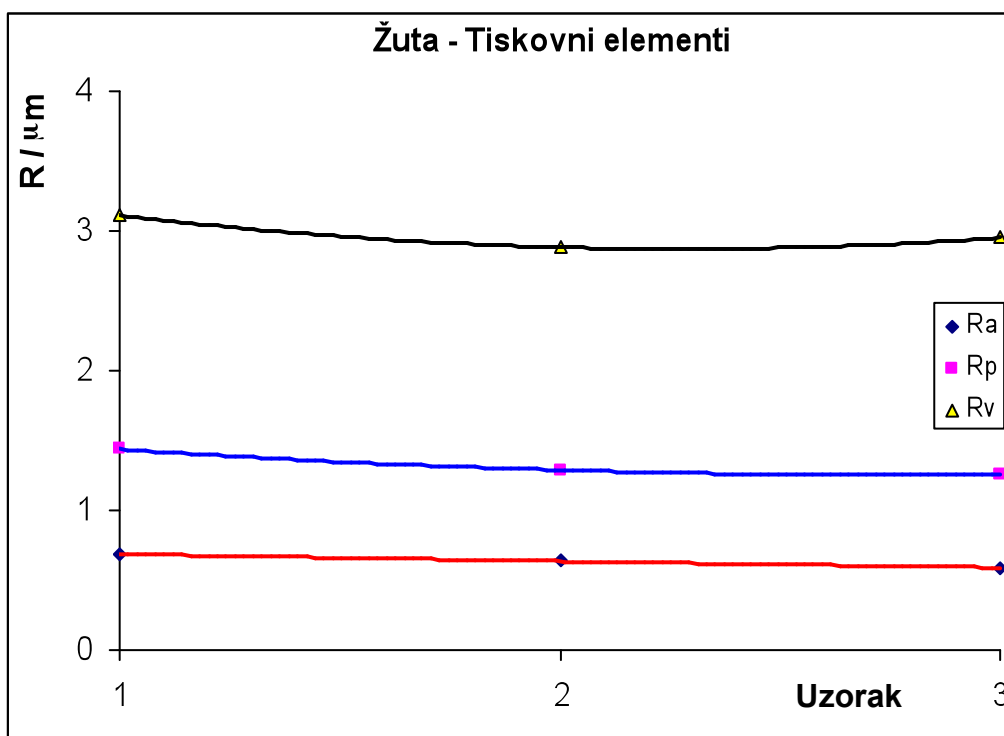
Iz dobivenih rezultata mjerenja također konstruirani su dijagrami zavisnosti pojedinih parametara hrapavosti za svaku boju o položaju tiskovne forme u procesu tiska (sl. 81.-sl. 84.) Iz dijagrama se vidi da dolazi do smanjenja svih parametara na položaju 2 u odnosu na referentni uzorak, te lagani porast vrijednosti na položaju 3. Iznimka su također rezultati mjerenja Rv, ali i Rp vrijednosti za tiskovnu formu s koje se otiskuje cijan. Krivulja dobivena za Rp vrijednost pokazuje maksimum na položaju 2, dok krivulja za Rv parametar pokazuje stalan porast vrijednosti.



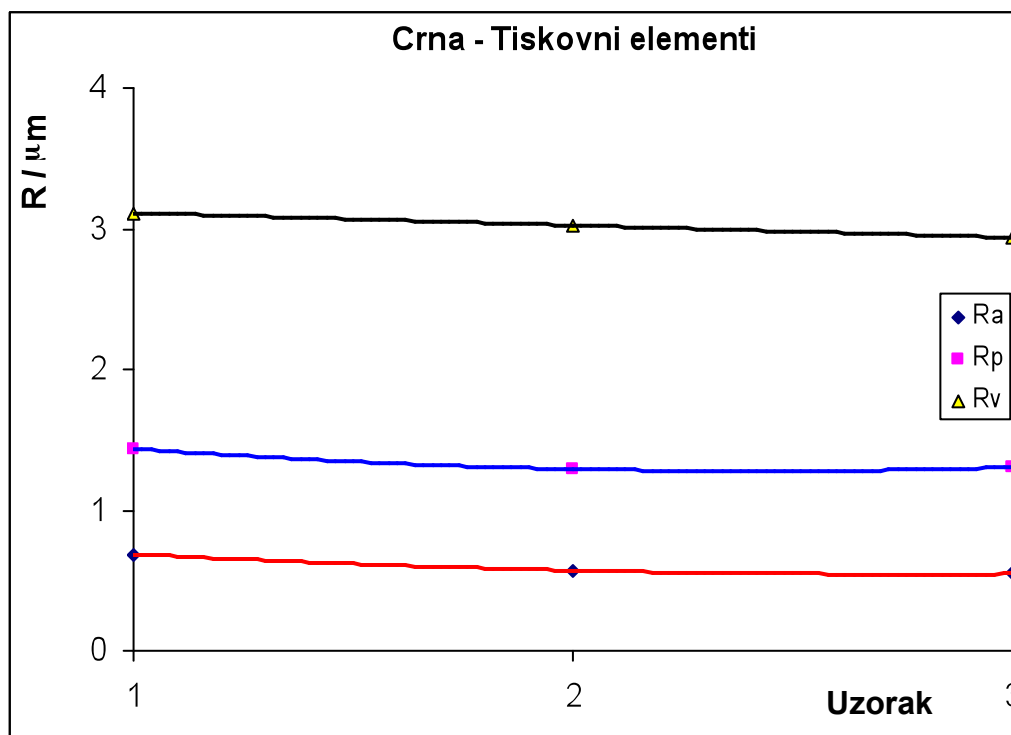
Slika 81. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za cijan



Slika 82. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za mangentu



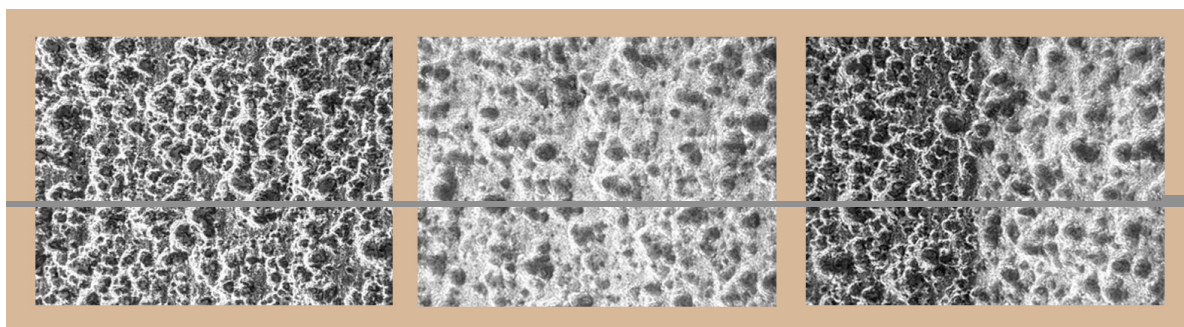
Slika 83. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za žutu



Slika 84. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za crnu

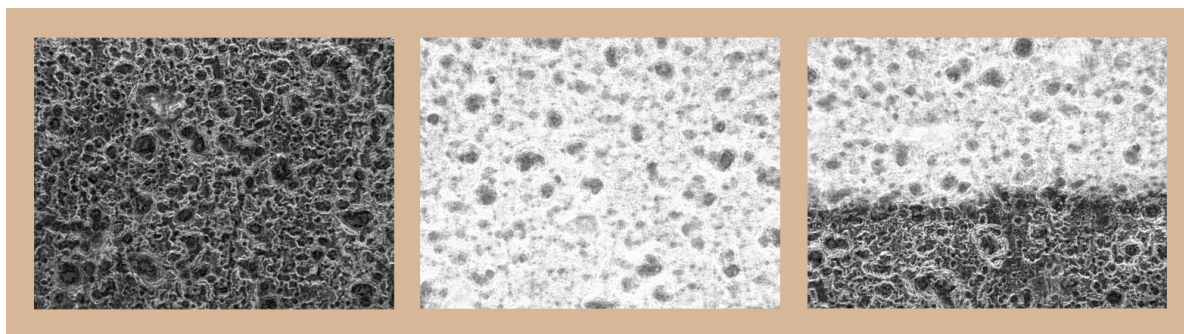
4.9. Rezultati optičke analize tiskovnih formi

Optičkim mikroskopom Olympus BX50 snimljene su površine uzorka 2 tiskovnih formi nakon 60.000 otisaka, te referentnog uzorka uz povećanje od 1000 puta. Kako je i uzorak 3 pokazao sličnu morfologiju površine prikazane su slike samo uzorka 2. Slike redom prikazuju tiskovne i slobodne površine, te granicu između tiskovnih i slobodnih površina. Na slici 85. prikazan je izgled površine referentnog uzorka na kojem je jasno izražena površinska hrapavost naročito slobodnih površina

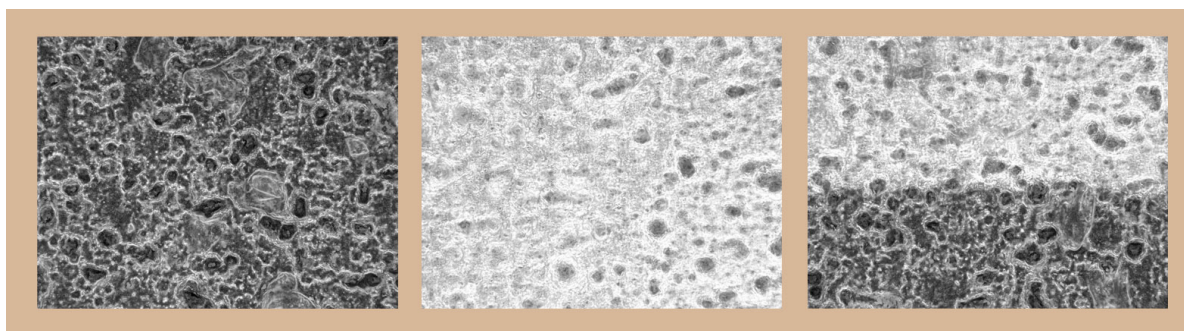


Slika 85. Površina referentnog uzorka

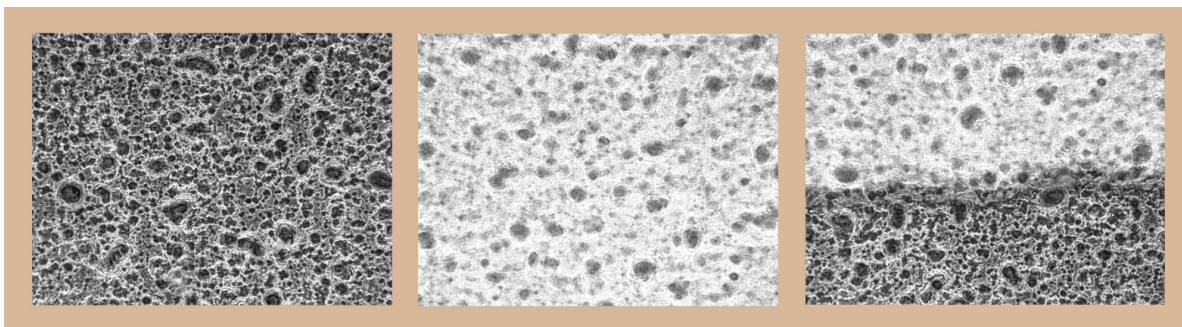
Nakon procesa tiska na svim ispitivanim uzorcima primjetno je smanjenje veličine zrna na površini kao tiskovnih, tako i slobodnih površina (sl. 86. - 89.).



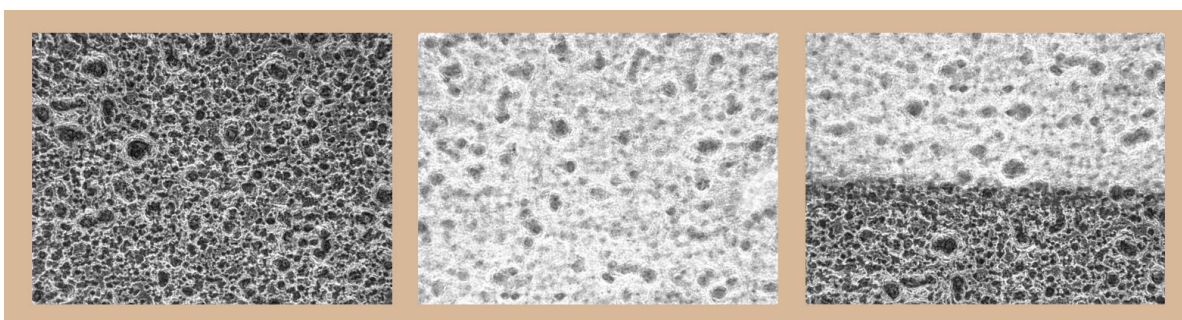
Slika 86. Površina tiskovne forme s koje se tiskao cijan



Slika 87. Površina tiskovne forme s koje se je tiskala magenta



Slika 88. Površina tiskovne forme s koje se je tiskala žuta



Slika 89. Površina tiskovne forme s koje se je tiskala crna

5. RASPRAVA

U procesu plošnog tiska danas se primjenjuju ofsetne tiskovne forme s kopirnim slojevima različitih vrsta, pa se sukladno tome i daljnji postupak nakon kopiranja zahtijeva različite kemijske procese, a time i različite kemijske agense koji mogu utjecati na funkcionalnost tiskovne forme. Kako slobodne površine na tiskovnoj formi za plošni tisak zahtijevaju različitu mehaničku i kemijsku obradu prije nanošenja kopirnog sloja, i njihova svojstva se razlikuju. Mikrohrapavost, proces stvaranja anodnog sloja na aluminiju kao nosiocu slobodnih površina razlikuje se od proizvođača do proizvođača. I ako su tiskovne forme proizvod istog proizvođača anodni sloj na njima može imati drugačija svojstva, zavisno o primjeni ofsetne tiskovne forme. S druge strane, proizvođači otopina za vlaženje nastoje ujednačiti svojstva otopina težeći za univerzalnošću i mogućnosti primjene na ofsetnim tiskovnim formama različitih proizvođača i za različite namjene.

Osim toga i koncentracija razvijaača može značajno utjecati na adsorpciju otopine za vlaženje, budući su slobodne površine načinjene od Al_2O_3 . Naime anodni sloj na aluminiju kao i sam aluminij ima amfoterna svojstva (podjednako se dobro otapa u kiselinama i lužinama), te ga razvijaači s visokom pH vrijednosti otapaju polirajući njegovu površinu i na taj način smanjuju specifičnu površinu i količinu adsorbirane otopine za vlaženje [46].

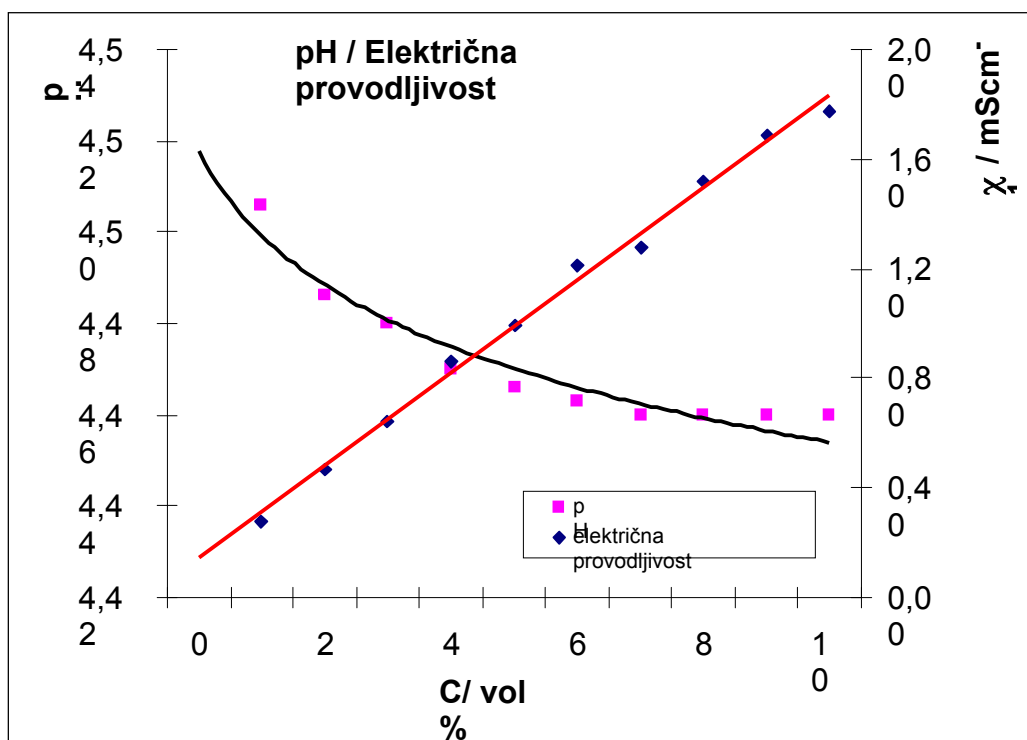
Proces razvijanja je prvi kontakt buduće tiskovne forme s agresivnim kemikalijama koje mogu značajno utjecati na fizikalno-kemijska svojstva buduće tiskovne forme. Razvijaač mora u relativno kratkom vremenu (da ne bi značajnije oštetio površinu Al_2O_3) otopiti kopirni sloj sa same površine, tako u unutar pora budućih slobodnih elemenata.

Mjerenja električne provodljivosti uzoraka razvijaača (sl. 56.) tijekom razvijanja tiskovnih formi pokazuju smanjenje vrijednosti koje može biti uzrokovano utjecajem otopljenih organskih nevodljivih spojeva koji potječu iz kopirnog sloja. Također se gotovo linearno smanjuje i pH vrijednost (sl. 57.) budući se razvijaač troši, te njeno daljnje razvijanje bi usporilo kemijsku reakciju. Tada bi bilo potrebno produžiti vrijeme razvijanja što može značajno utjecati na promjenu specifične površine a time i na zadovoljavajuću kakvoću tiskovnih formi.

Tijekom procesa vlaženja, obnavlja se sloj molekula koje hidrofiliziraju slobodne površine tiskovne forme povećavajući sposobnost vezanja molekula vode na sebe. Osim njih, u otopinu za vlaženje dodaju se i površinski aktivne tvari (PAT) koje smanjuju površinsku napetost vode kao što su: alkoholi, karboksi-metil celuloza, glikol, dietil-glikol, propilen glikol, tripropilen glikol, glicerol i dr. Zavisno o vrsti i količini PAT fizikalno-kemijska svojstva otopine za vlaženje značajno se mijenjaju [47].

Električna provodljivost ispitivane otopine za vlaženje zavisna je o broju ionskih vrsta u otopini koje mogu prenijeti električni naboj, te se pretpostavlja da dodane soli za hidrofilizaciju, kao i ostali sastojci koji disociraju u vodi dajući nabijene ione linearno povećavaju električnu provodnost u cijelom području ispitivanih koncentracija (slika 58.). Iako su otopine pripremljene s destiliranom vodom ($\text{pH} \approx 7$), pH vrijednost ispitivanog uzorka otopine za vlaženje naglo opada, a djelovanje pufera zamjetno je već kod koncentracije od oko 2 vol % otopine za vlaženje (slika 59.) nakon toga promjene pH vrijednosti u cijelom području ispitivanih koncentracija otopina za vlaženje su skoro zanemarive (svega 0.04 pH jedinice).

Anodni sloj dobiven anodizacijom aluminijske površine najvjerojatnije ima bemitnu strukturu i stabilan je u uskom području pH vrijednosti između 4.2 i 6.1. [48] Izvan tog područja, zbog amfoternosti Al i Al_2O_3 može doći do njegovog otapanja i do dodatnog oštećenja površine Al_2O_3 od čega se sastoje slobodne površine. Područje pH vrijednosti u kojem djeluje otopina za vlaženje koja se primjenjuje u procesu tiska nalazi se upravo u području stabilnosti Al_2O_3 .

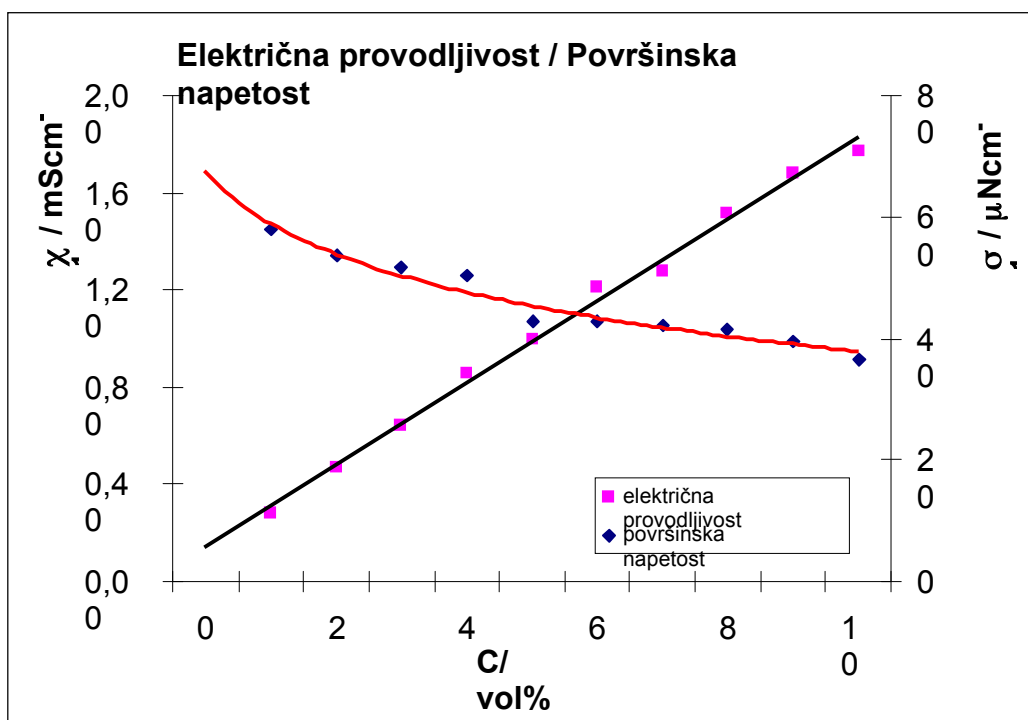


Slika 90. Usporedba zavisnosti električne provodljivosti o pH vrijednosti

Uspoređivanjem zavisnosti električne provodljivosti i pH vrijednosti ispitivanog uzorka otopine za vlaženje vidi se da bi optimalno djelovanje otopine počelo već od koncentracije od 5 vol % originalnog uzorka (sl. 90.).

Povećanje volumnog udjela koncentrata u pripremljenim otopinama za vlaženje uzrokuje naglo smanjivanje površinske napetosti, što je posljedica povećanja koncentracije dodanih površinski aktivnih tvari i njihovog djelovanja. Zavisno o dodanim površinski aktivnim tvarima zavisi i sam iznos površinske napetosti koja se smanjuje povećanjem koncentracije (sl. 61.).

Također usporedbom zavisnosti površinske napetosti i električne provodljivosti za ispitivani uzorak (sl. 91.), može se zaključiti da dodana PAT uzrokuje značajno smanjenje površinske napetosti i spušta je na značajno niže vrijednosti, te time omogućava dobro močenje, bez obzira na povećanje električne provodljivosti. Naime, polarne molekule i ioni povećavaju površinsku napetost, budući djeluju jače privlačne elektrostatske ili ionske sile. [49]



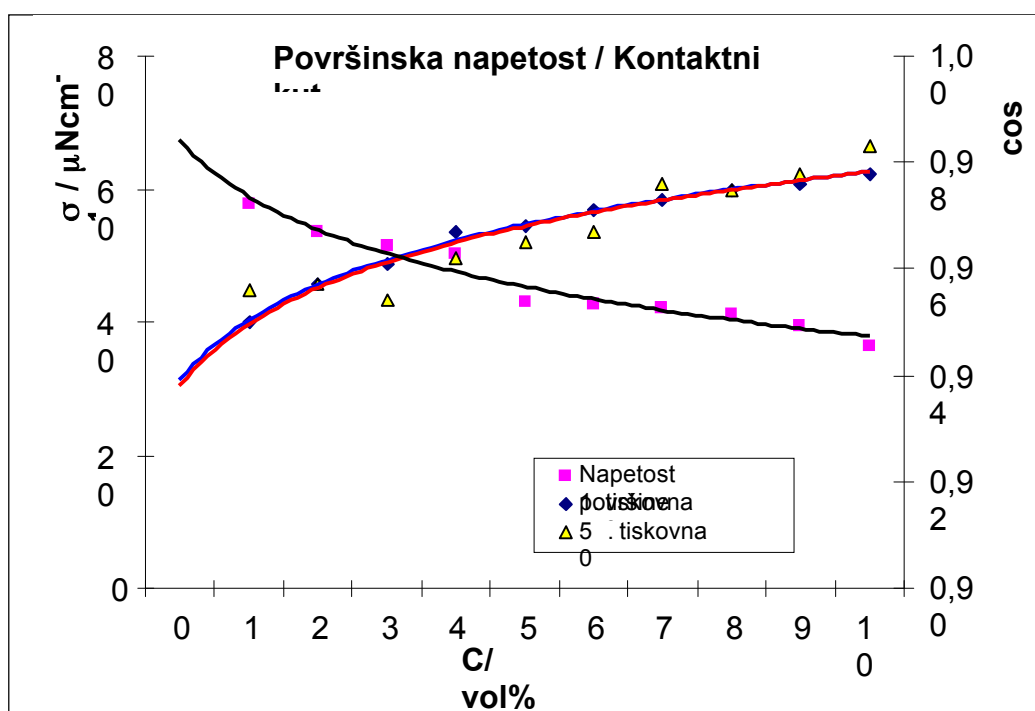
Slika 91. Usporedba zavisnosti površinske napetosti o električnoj provodnosti

Smanjenje količine 2-propanola kao najčešće korištenu PAT, ili njegovo potpuno eliminiranje iz otopina za vlaženje, znakovito mijenja fizikalno-kemijska svojstva otopina. Ta promijena očituje se u narušavanju emulgacijskog odnosa, te ravnoteže boja-voda. Sama supstitucija 2-propanola uvjetovana je i zabranom onečišćenja okoliša jer je i sam jedan od onečišćivača. [50, 51] Ispitivana fizikalno-kemijska svojstva otopine za vlaženje ukazuju na njenu ujednačenost i pretpostavku dobrog djelovanja u procesu tiska.

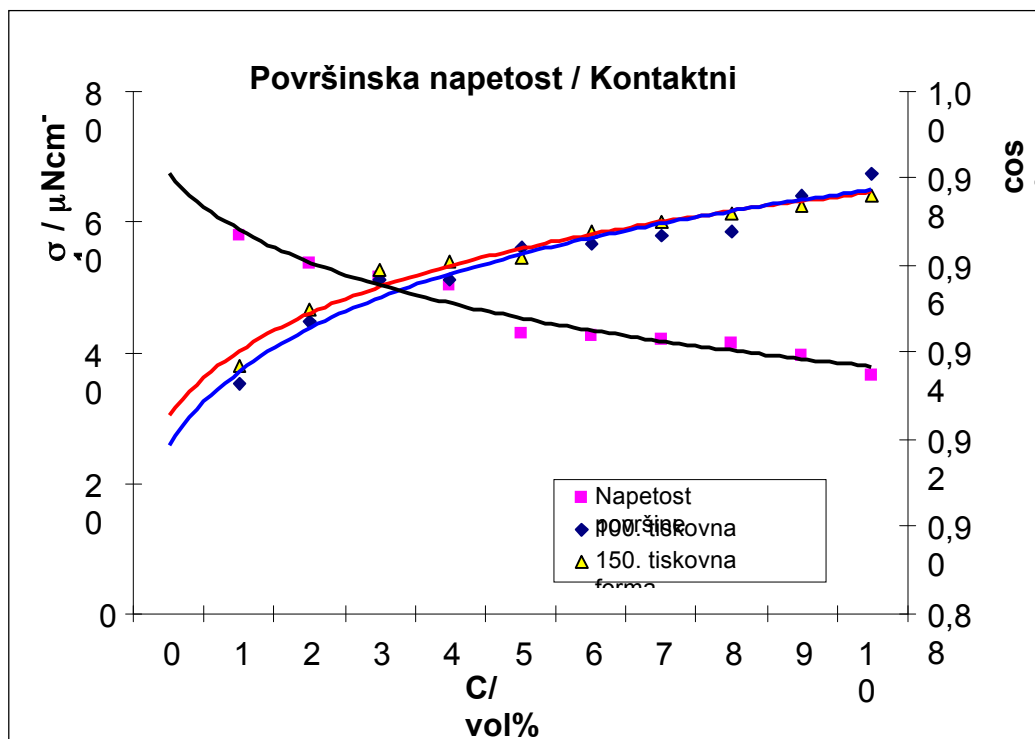
Svakako da je jedan od najvažnijih parametara u djelovanju otopine za vlaženje kontaktni kut. U skladu s smanjenjem površinske napetosti pripremljenih otopina za vlaženje mora se smanjivati i kontaktni kut kao mjera uspješnog vlaženja slobodnih površina. Svi ispitivani uzorci imaju mali kontaktni kut (kosinus kuta približno jednak jedinici).

Uspoređujući odnos površinske napetosti i kosinusa kontaktnog kuta vlaženja na slobodnim površinama (slike 92. - 94.) primjećuje se da otopine za vlaženje uspješno djeluju već pri volumnim udjelima od 3%. Na taj način, određeni optimalni volumni udio uvjetovan je smanjenjem površinske napetosti. Naime, u tom području koncentracija, uz smanjenje površinske napetosti otopine, kontaktni kut je dovoljno mali da omogući dobro vlaženje slobodnih površina. Utjecaj razvijanja (broj razvijenih tiskovnih formi) vidljiv je u promjeni

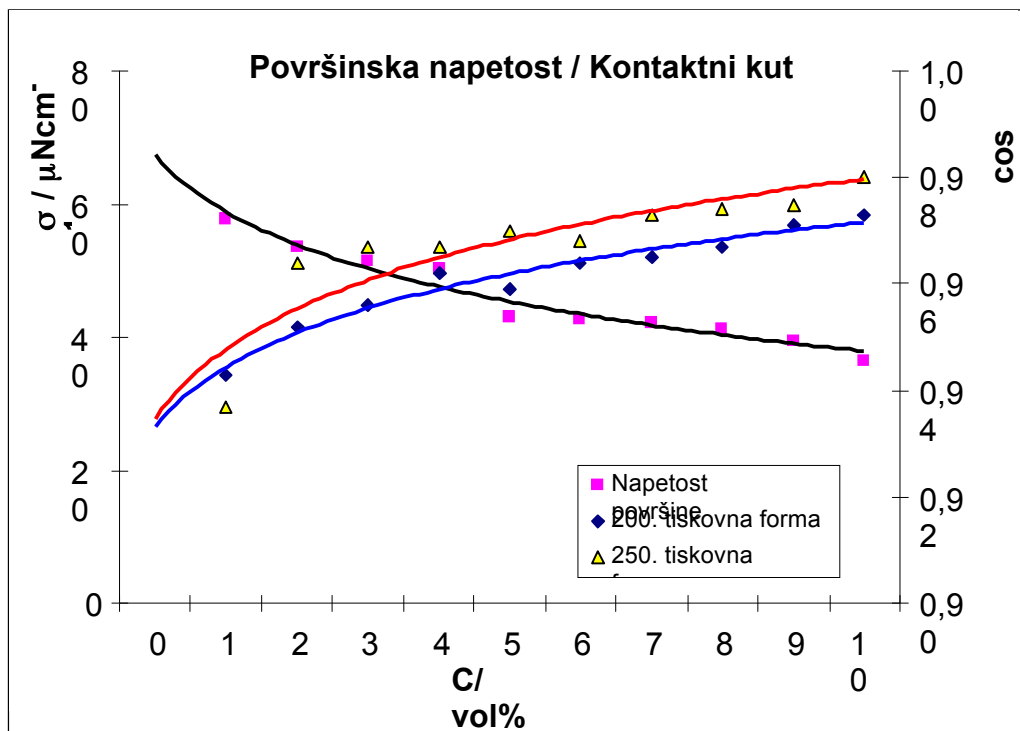
kontaktnog kuta na ispitivanim uzorcima. On se smanjuje povećanjem broja razvijenih tiskovnih formi, no još je uvijek u području dobrog vlaženja (sl. 94.).



Slika 92. Usporedba odnosa površinske napetosti i kosinusa kontaktnog kuta otopine za vlaženje (1. i 50. tiskovna forma)

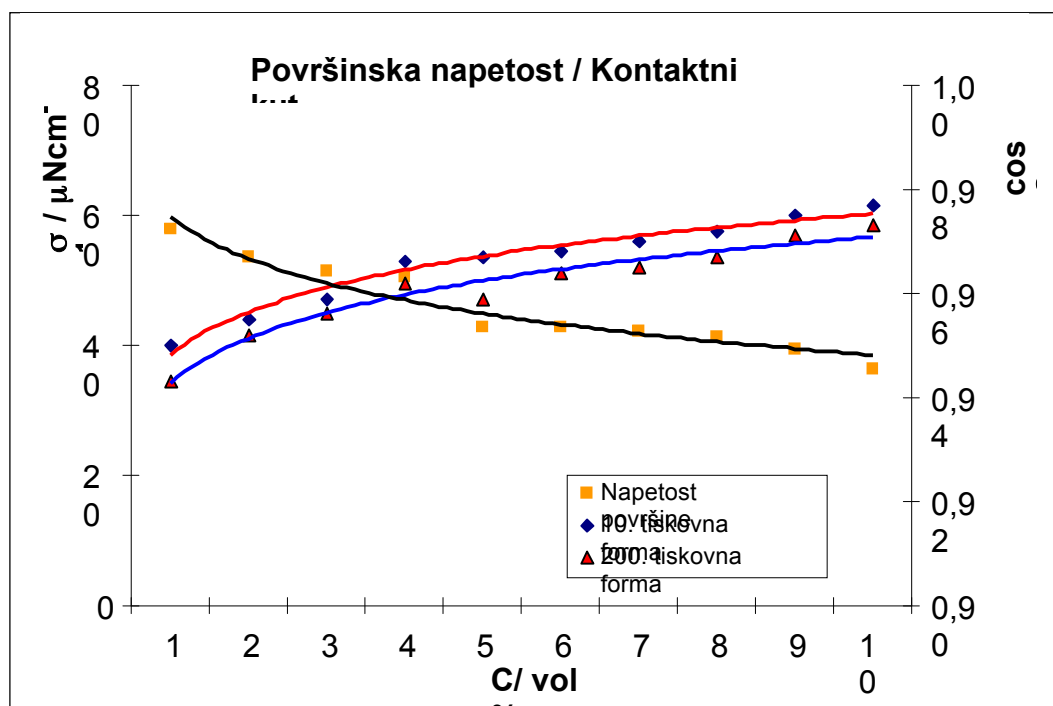


Slika 93. Usporedba odnosa površinske napetosti i kosinusa kontaktnog kuta otopine za vlaženje (100. i 150. tiskovna forma)



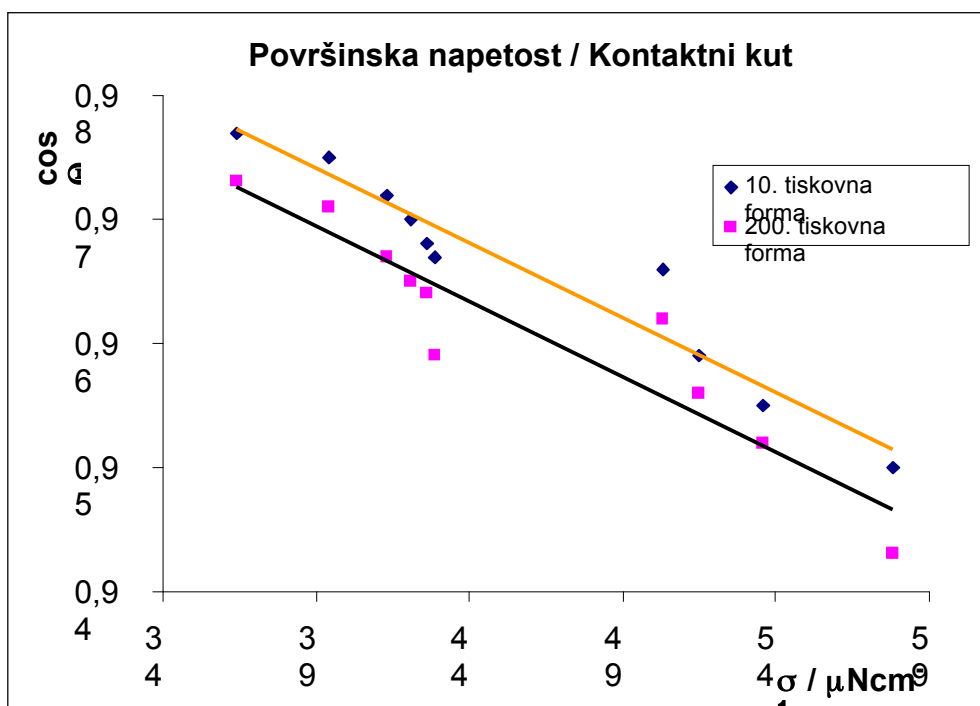
Slika 94. Usporedba odnosa površinske napetosti i kosinusa kontaktnog kuta otopine za vlaženje (200. i 250. tiskovna forma)

Jedina značajnija razlika je između prvih i posljednje razvijenih tiskovnih formi koje je uzrokovano istrošenošću razvijaača (sl. 95.). Ovi rezultati ukazuju na dobro razlijevanje otopine za vlaženje po slobodnim površinama tiskovne forme, a time i dobro močenje kao jedan od najvažnijih faktora u plošnom tisku bez obzira na broj razvijenih tiskovnih formi. Nazočnost površinski aktivnih tvari značajno smanjuje slobodnu površinsku energiju otopina, pa se time smanjuje kontaktni kut mjeren na slobodnim površinama.



Slika 95. Usporedba odnosa površinske napetosti i kosinusa kontaktnog kuta otopine za vlaženje (10. i 200. tiskovna forma)

Uspoređujući zavisnost kontaktnog kuta o površinskoj napetosti (sl. 96.) za tiskovnu formu br. 10 i 200 vidi se da kosinus kontaktnog kuta na slobodnim površinama pokazuje približno linearnu zavisnost o površinskoj napetosti. Kako je već ranije primijećeno mjereći kontaktni kut, tiskovne forme koje su razvijene među zadnjima pokazuju nešto više vrijednosti kontaktnog kuta (manji kosinus) u odnosu na tiskovne forme koje su razvijene među prvima u svježe pripremljenom razvijaču. Linearna zavisnost kontaktnog kuta o površinskoj napetosti ukazuje na dobru kombinaciju svih dodataka u otopini za vlaženje, prvenstveno površinski aktivnih tvari.



Slika 96. Zavisnost kontaktnog kuta o površinskoj napetosti

Tiskovnim formama koje su dobivene digitalnim postupkom u CtP sustavu izrade tiskovnih formi povećava se kakvoća, smanjuju se pogreške koje nastaju tijekom procesa montaže i kopiranja. Također je potrebno razmotriti postojanost kopirnih postupaka odnosno kopirnih slojeva koji se upotrebljavaju u takvim sustavima izrade tiskovne forme u procesu tiska.

Na krivuljama rastertonskih vrijednosti izmjerenim na pripremljenim uzorcima tiskovni formi koje su prošle proces tiska u odnosu na referentni uzorak vidljivo je smanjenje rastertonske vrijednosti u području niskih RTV do 25 %, osim kod uzorka nakon 60.000 otisaka što se može objasniti nepostojanjem pravilnog odnosa boja/voda (otopina za vlaženje). To se također može vidjeti na slikama rasterskih elemenata prije i nakon tiska na kojima se boja nije prihvatila na cijeloj površini tiskovnih elemenata, već samo unutar pojedinog rasterskog elementa (sl. 64. - 74.).

Kod 60.000 otisaka najvjerojatnije dolazi i do oštećenja tiskovnih elemenata zbog njihovog trošenja, a time i do značajnijeg smanjenja RTV.

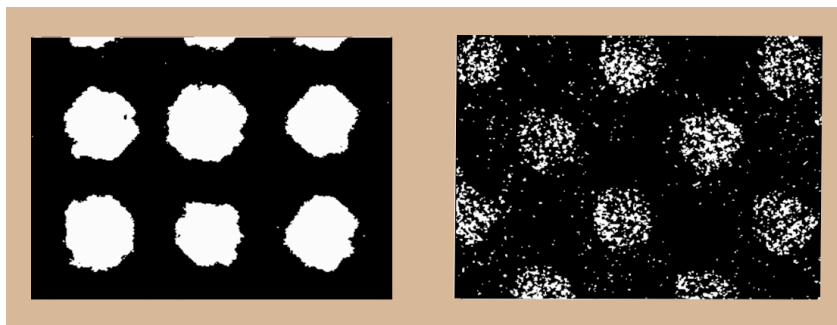
Na slici 97. prikazan je izgled rasterskih točkica pri niskim RTV za tiskovnu formu nakon 10.000 otisaka u odnosu na novu tiskovnu formu. Vidljivo je da dolazi do oštećenja tiskovnih elemenata, no ta oštećenja ne utječu značajnije na odstupanja RTV (sl. 64.).



Slika 97. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je otisnula 10.000 otisaka (desno)

(RTV referentne tiskovne forme je 14.4%, a RTV tiskovne forme u tisku je 10.3%)

Na tiskovnoj formi nakon 23.000 otisaka dolazi do značajnijeg odstupanja već nakon 60% RTV (sl. 66.). Na slici 98. prikazan je izgled rasterskih točkica pri visokim RTV. Uočava se veliko povećanje rastertonske vrijednosti što ukazuje na problem nedovoljne adsorpcije otopine za vlaženje na relativno male slobodne površine.



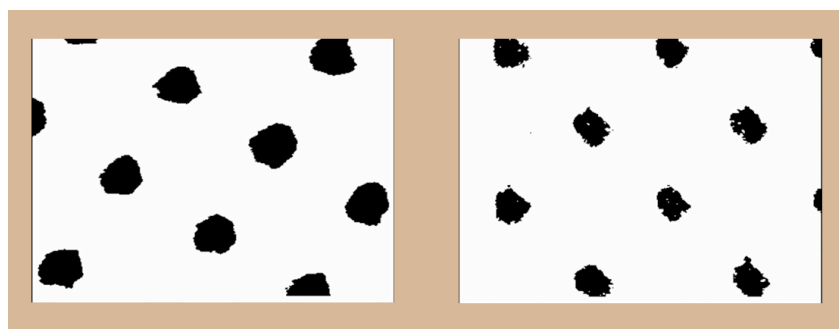
Slika 98. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je otisnula 23.000 otisaka (desno)

(RTV referentne tiskovne forme je 67.3%, a RTV tiskovne forme u tisku je 89.7%)

Na tiskovnim formama nakon 40.000 odnosno 50.000 otisaka vidljiva je slična zavisnost pokrivenosti. Krivulje koje opisuju rastertonske vrijednosti tiskovnih formi koje su sudjelovale u procesu tiska u odnosu na referentni uzorak pokazuju zanemarive razlike u području niskih rastertonskih vrijednosti s početkom prirasta nakon 60 % RTV, što ukazuje na

činjenicu da se već kod relativno malih naklada kod visokih rastertonskih vrijednosti boja djelomice prihvaća i na slobodne površine i zadržava postignute više vrijednosti. Bitno je primijetiti da su u području srednjih RTV vrlo male razlike, a to su područja gdje je omjer između slobodnih i tiskovnih površina približno jednak. (sl. 70.). Unutar tiskovnih elemenata pojavljuju se određene šupljine, ali istovremeno se i na slobodnim površinama pojavljuju područja na kojima se zadržava boja.

Nakon 60.000 otisaka tiskovna forma pokazuje značajno smanjenje površine tiskovnih elemenata u području niskih rastertonskih vrijednosti (s maksimalnom vrijednošću 12.9%) što i nije odveć iznenađujuće ako se uzme u obzir trošenje površine tiskovne forme uzrokovano trenjem koje se javlja između površine tiskovne forme i ofsetnog cilindra, odnosno valjaka nanosača boje i otopine za vlaženje. Istovremeno se troši i aluminijev oksid što uzrokuje smanjenje adsorbirane količine otopine za vlaženje na površini tiskovne forme, što može uzrokovati proces toniranja (sl. 99.). [38]

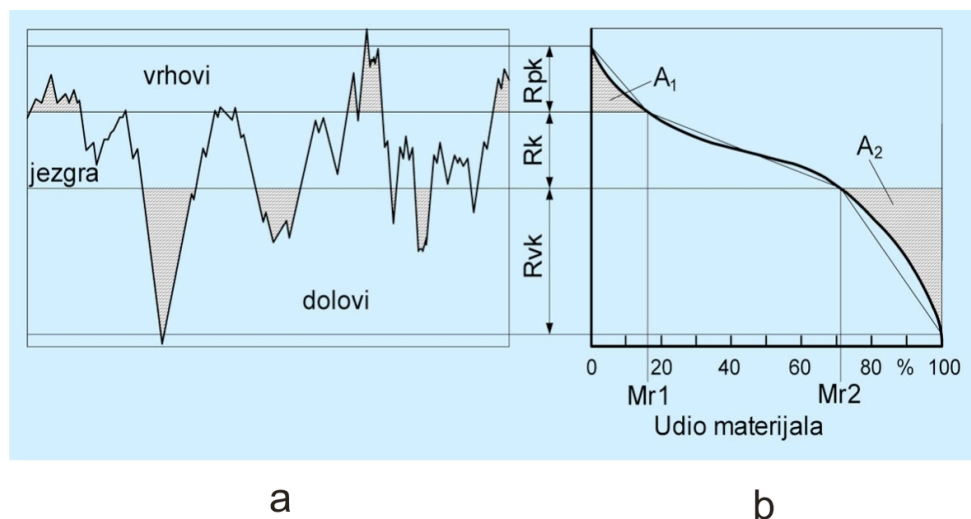


Slika 99. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je otisnula 60.000 otisaka (desno)

(RTV referentne tiskovne forme je 11.0%, a RTV tiskovne forme u tisku je 6.7%)

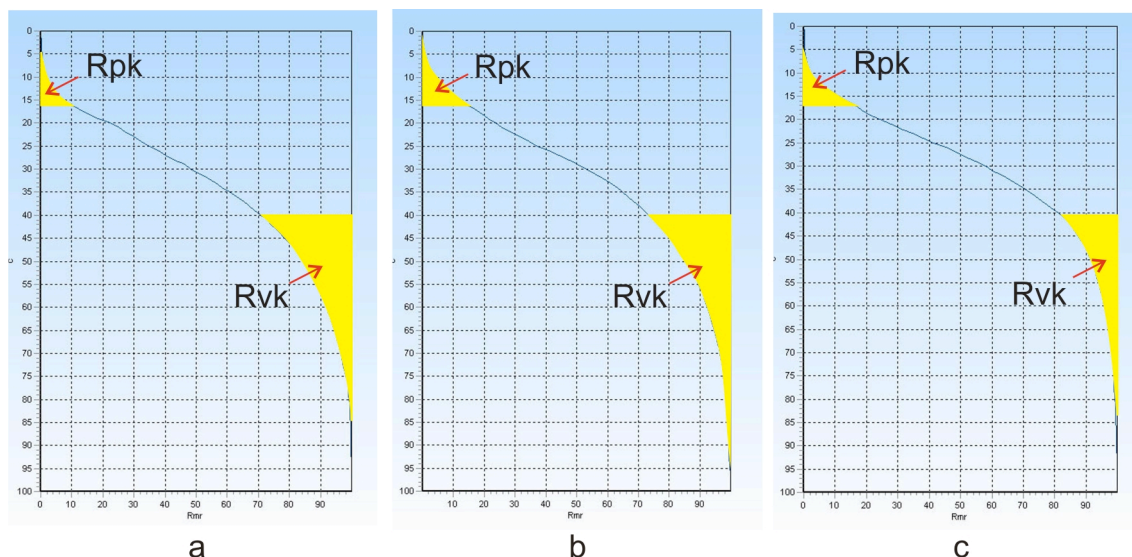
Kako su pokazala mjerenja hrapavosti, zavisno o položaju tiskovne forme u tornju mijenjaju se i pojedini parametri hrapavosti. Najčešće ispitivani parametar hrapavosti je srednje aritmetičko odstupanje R_a . [31, 52] Ako bi se samo na osnovu tog parametra određivala morfologija površine dobila bi se potpuno kriva predodžba stvarnog stanja površine. Mjerenja srednjeg aritmetičkog odstupanja R_a pokazuju da se taj parametar na svim ispitivanim uzorcima bez obzira na referentni uzorak mijenjaju vrlo malo, pa se može steći dojam da je površina relativno ravna. No mjerenja paramerata R_p (najveća visina vrha profila) i R_v (najveća dubina dola profila) pokazuju da je realna površina kako tiskovnih, tako i slobodnih površina daleko složenija. Naime, općenito promatrajući profilogram površinske hrapavosti

udjele materijala kako u vrhovima, tako i u dolovima promatranog profila vidi se da prilikom moguće eksploatacije tiskovne forme najprije dolazi do trošenja materijala na vrhovima i izbočinama kako slobodnih, tako i tiskovnih površina (sl. 100. a.), a u isto vrijeme postoji mogućnost da se udubine zapunjavaju različitim čvrstim česticama (papirna prašina, moguća kristalizacija CaCO_3). Na to ukazuju hibridni parametri R_{pk} (reducirana visina vrha profila – dio profila koji će tijekom eksploatacije biti prvi istrošen), odnosno R_{vk} (reducirana dubina dolova profila – dio profila koji ima sposobnost zadržavanja nečistoća ili produkata razvijanja). No ako se uz mjerenja i drugih hibridnih parametara hrapavosti dobiveni rezultati prikažu Abbott – Firestoneovim krivuljama (sl. 100. b.) tada se može dobiti mnogo jasnija slika stanja površina na tiskovnoj formi. [52]



Slika 100. Profilogram površinske hrapavosti i Abbott – Firestoneova krivulja

Iz dobivenih parametara hrapavosti računalnim programom konstruirana je Abbott – Firestoneova krivulja (sl. 101.) za cijan na slobodnim površinama koji inače najviše odstupa od ostalih izmjerenih vrijednosti parametara hrapavosti.



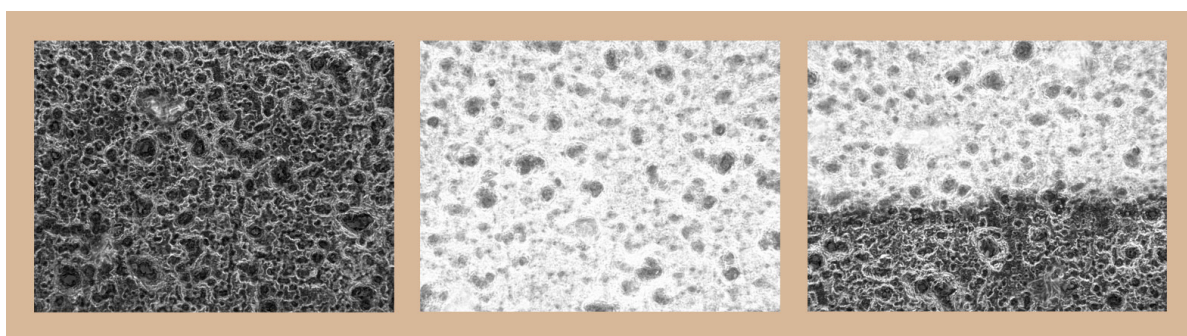
*Slika 101. Abbott – Firestoneove krivulje za cijan
a. referentni uzorak; b. uzorak 2; c. uzorak 3*

U skladu s izmjerenim parametrima R_v , na dijagramu se jasno vidi da na uzorku 3 dolazi do smanjenja udjela dolova (R_{vk}), što se može objasniti prije svega položajem ploče u samom tornju, te kontaktima s bojom i papirnom prašinom.

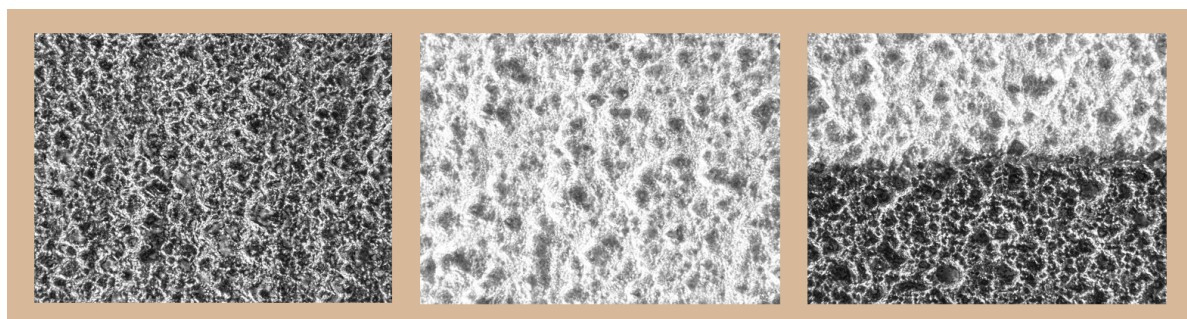
Naime, prije svega novinski papir, kao reciklirani papir, ima svoja određena svojstva koja značajno mogu utjecati na promjene parametara hrapavosti. Pri izradi novinskog papira na stroju za proizvodnju papira, obje strane papirne trake nisu jednako tretirane. Jedna strana papirne trake je položena na beskonačnu gumenu traku, dok je druga strana pritisnuta čeličnim valjkom. Na takav način jedna i druga strana površine papirne trake nemaju jednaku topografiju površine. Ona strana koja je bila položena na beskonačnu gumenu traku ima izraženiju hrapavost površine, te se lakše odvajaju čestice punila koje se nalaze u papiru, keljivo, kao i dijelovi celuloznih vlakana (papirna prašina). Ta papirna prašina pomoću otopine za vlaženje prenosi se na tiskovnu formu na koju se adsorbira i na taj način zapunjava dolove smanjujući njihov udio u ukupnoj hrapavosti površine. Na taj način smanjuje se specifična površina, a ujedno i količina adsorbirane otopine za vlaženje, što u konačnici može uzrokovati pojavu toniranja.

Slično se ponašaju i tiskovni elementi, te se može smatrati da u tom slučaju, osim papirne prašine značajnu ulogu ima i boja. Boja za cijan sadrži pigmente koji imaju kristaliničnu strukturu, pa i oni mogu biti uzrok zapunjavanja dolova i smanjenje aktivne površine tiskovnih elemenata, što može uzrokovati adsorpciju manje količine boje, a time i nekvalitetan otisak. [37, 48, 53, 54]

Te pretpostavke potvrđuju i optičke slike uzoraka 2 i 3. s kojih je otisnut cijan (sl. 100.).



Uzorak 2 - cijan



Uzorak 3 - cijan

Slika 102. Površina tiskovnih formi s kojih se tiskao cijan (uzorci 2 i 3)

6. ZAKLJUČCI

Rezultati ovog magistarskog rada mogu se podijeliti u tri skupine, no svaka od njih, a i sve tri zajedno daju karakteristike kako slobodnih, tako i tiskovnih površina.

U prvu skupinu svrstana su ispitivanja fizikalno kemijskih parametara primijenjenog razvijača i otopine za vlaženje te može se zaključiti:

Rezultati mjerenja električne provodljivosti uzoraka razvijača pokazuju smanjenje vrijednosti koje je uzrokovano utjecajem otopljenih organskih nevodljivih spojeva iz kopirnog sloja, dok se pH vrijednost smanjuje najvjerojatnije uslijed kemijskih reakcija koje se odvijaju u emulzijskom i graničnom sloju. Bez obzira na istrošenost razvijača, pH vrijednost je još uvijek visoka. Tada bi bilo potrebno produžiti vrijeme razvijanja što bi zbog sporije kemijske reakcije moglo značajno utjecati na promjenu specifične površine, a time i na zadovoljavajuću kakvoću tiskovnih formi.

Električna provodljivost ispitivane otopine za vlaženje linearno se povećava u cijelom području ispitivanih volumnih udjela, jer se povećava broj ionskih vrsta u otopini koje mogu prenijeti električni naboj. Pretpostavlja se da dodane soli za hidrofilizaciju, kao i ostali sastojci koji disociraju u vodi daju nabijene ione i tako povećavaju električnu provodljivost u cijelom području ispitivanih koncentracija. pH vrijednost ispitivanog uzorka otopine za vlaženje naglo opada, a djelovanje pufera kao jednog od sastojaka stabilizira pH vrijednosti u području stabilnosti anodne prevlake Al_2O_3 .

Povećanje volumnog udjela uzoraka otopina za vlaženje uzrokuje naglo smanjenje površinske napetosti, što je posljedica povećanja koncentracije dodanih površinski aktivnih tvari koje značajno smanjuju površinsku napetost vode sa 72.75 mNm^{-1} na oko 40 mNm^{-1} čime se omogućava bolje vlaženje slobodnih površina s manjom količinom otopine za vlaženje.

Kontaktni kut smanjuje se povećanjem volumnog udjela koncentrata, no on je također zavisan i o procesu razvijanja. Povećanjem broja razvijenih ploča u razvijaču mijenja se topografija površine, a time i kontakti kut koji se smanjuje povećanjem broja razvijenih tiskovnih formi, no još je uvijek u području dobrog vlaženja. Kontakti kut je linearno zavisn o površinskoj

napetosti, što ukazuje na dobru kombinaciju svih dodataka u otopinu za vlaženje, prvenstveno površinski aktivnih tvari.

Drugu skupinu rezultata sačinjavaju mjerenja pokrivenosti i promjena veličina tiskovnih elemenata, te se može zaključiti da na tiskovnim formama koje su prošle proces tiska u odnosu na referentni uzorak je vidljivo smanjenje rastertonske vrijednosti u području niskih RTV do 25 %, osim kod uzorka nakon 60.000 otisaka što se može objasniti nepostojanjem pravilnog odnosa boja/voda (otopina za vlaženje). Kod 60.000 otisaka najvjerojatnije dolazi i do oštećenja tiskovnih elemenata zbog njihovog trošenja, a time i do značajnijeg smanjenja RTV. U području srednjih RTV vrlo su male razlike, a to su područja gdje je omjer između slobodnih i tiskovnih površina približno jednak. Nakon 60.000 otisaka tiskovna forma pokazuje značajno smanjenje površine tiskovnih elemenata u području niskih rastertonskih vrijednosti (što i nije odveć iznenađujuće ako se uzme u obzir trošenje površine tiskovne forme uzrokovano trenjem koje se javlja između površine tiskovne forme i ofsetnog cilindra, odnosno valjaka nanosača boje i otopine za vlaženje. Istovremeno se troši i aluminijev oksid što uzrokuje smanjenje adsorbirane količine otopine za vlaženje na površini tiskovne forme, a to može uzrokovati proces toniranja

Promjene topografije površina svrstane su u treću skupinu rezultata koji pokazuju najinteresantnije fenomene. Zavisno o položaju tiskovne forme na tornju, mijenjaju se i pojedini parametri hrapavosti. Ako bi se samo na osnovu srednjeg aritmetičkog odstupanja Ra određivala topografija površine, dobila bi se potpuno kriva predodžba stvarnog stanja površine. Srednje aritmetičko odstupanje na svim ispitivanim uzorcima bez obzira na referentni uzorak mijenja se vrlo malo, pa se može steći dojam da je površina relativno ravna. Parametri Rp (najveća visina vrha profila) i Rv (najveća dubina dola profila) pokazuju da je realna površina kako tiskovnih, tako i slobodnih površina daleko složenija. Prilikom procesa tiska najprije dolazi do trošenja tiskovne forme na vrhovima i izbočinama kako slobodnih, tako i tiskovnih površina, a u isto vrijeme postoji mogućnost da se udubine zapunjavaju različitim čvrstim česticama (papirna prašina, moguća kristalizacija $CaCO_3$). Na to ukazuju hibridni parametri Rpk i Rvk . Parametari hrapavosti za cijan najviše odstupaju od ostalih izmjerenih vrijednosti na slobodnim i tiskovnim površinama drugih boja.

Vrijednost parametra R_v , zavisi i o položaju ploče u samom tornju, te kontaktima s bojom i papirnom prašinom. Nejednolika hrapavost površine papira uvjetovana procesom izrade značajno mijenja topografiju površine. Papirna prašina, pomoću otopine za vlaženje, prenosi se na tiskovnu formu na koju se adsorbira i na taj način zapunjava dolove smanjujući njihov udio u ukupnoj hrapavosti površine. Na taj način smanjuje se specifična površina, a ujedno i količina adsorbirane otopine za vlaženje, što u konačnici može uzrokovati pojavu toniranja.

Kod tiskovnih elemenata, osim papirne prašine značajnu ulogu ima i boja. Boja za cijan sadrži pigmente koji imaju kristaliničnu strukturu, pa i oni mogu biti uzrok zapunjavanja dolova i smanjenje aktivne površine tiskovnih elemenata, što može uzrokovati adsorpciju manje količine boje, a time i nekvalitetan otisak.

7. LITERATURA

1. F. Mesaroš, „*Grafička enciklopedija*“, Tehnička knjiga, Zagreb, 1971.
2. F. Rees, „*Johannes Gutenberg: Inventor of the printing press*“, Compass point books, Minneapolis, 2006., 1-51.
3. A. Senefelder, „*The Invention of Lithography*“, (prijevod na engleski: J.W. Muller), The Fuchs & Lang manufacturing Company, New York, 1911.
4. P. B. Meggs, „*A History of Graphic Design*“, John Wiley & Sons, 1998., 146.
5. S. Horvatić, „*Tiskarske rotacije i rototisk*“, Adamić, Rijeka, 2004.
6. S. Bolanča, „*Glavne tehnike tiska*“, Acta Graphica, Zagreb, 1997.
7. S. Bolanča, K. Golubović: „*Tehnologija tiska od Gutenberga do danas*“, Senjski Zbornik, (ed. M. Glavičić), Senjsko muzejsko društvo, Gradski muzej Senj, 35, 2008., 125-146.
8. N. Howard, „*The book: the life story of a technology*“, Greenwood technographies, Westport, 2005., 139- 147.
9. H. Kipphan, „*Handbook of print media: technologies and production methods*“, Springer, 2001., 130–144.
10. S. Miloš, „*20 milijuna otisaka s dobrom offsetnom gumom*“, Grafička revija, Zagreb, 4, (ed. S. Odošević), 2003., 16-18.
11. <http://www.manroland.com/com/en/augsburg.htm> (23. 04. 2011.)
12. GOSS Universal 70, Novi list, Croatia, No. 7NU14 O-019 02B, „*Operating manual for 4-cylinder printing units with spray dampening system (shaftless press)*“, 2003.
13. GOSS Universal 70, Novi list, Croatia, No. 7NU14 M-014 02A, „*Mechanical maintenance of the printing units*“, 2003.
14. S. Miloš, Đ. Milevoj, D. Linić, „*Dobivanje kvalitetnije reprodukcije u novinskom tisku s obzirom na poprečnu deformaciju papirne trake*“, Zbornik radova Blaž Baronić, (ed. M. Glavičić), Senj, 2003., 59-64
15. N. Board, „*The complete book on printing technology*“, Asia Pacific Business Press Inc., 2003.
16. V. Žiljak, „*Stolno izdavaštvo=DeskTop Publishing: obrada teksta i slike računalom*“, Društvo za razvoj informacijske pismenosti, Zagreb, 1990.

17. J.M. Adams, P.A. Dolin, „*Printing technology*“, Dalmar/Thomson Learning, Albany N.Y., 2002.
18. K. Johansson, „*A Guide to Graphic Print Production*“, Wiley, 2003.
19. http://www.agfa.com/en/gs/products_services/all_products/polaris.jsp
(18.02.2011.)
20. S. Miloš, D. Linić, Đ. Milevoj, „*Smanjenje vremena pripreme i poboljšanje reprodukcije u novinskom tisku*“, Zbornik radova Blaž Baromić, (ed. Z. Bolanča, M. Mikota), Lovran, 2004., 173-176
21. AGFA Arkitex, Quick Reference Guide, 2006.
22. AGFA Arkitex, Producer System Administration Guide, 2006.
23. AGFA Arkitex, NewsDrive X, 2008.
24. AGFA Arkitex, Polaris XT/XTV user manual, 2003.
25. [http://agfabeint01.net.agfa.com/bu/gs/dms/Marketing.nsf/AllDocs/9F71732707998B70C1256FC40046E2DF/\\$FILE/br_Miniguide_newspapers_GB_20090202%2040.pdf](http://agfabeint01.net.agfa.com/bu/gs/dms/Marketing.nsf/AllDocs/9F71732707998B70C1256FC40046E2DF/$FILE/br_Miniguide_newspapers_GB_20090202%2040.pdf) (18.02.2011.)
26. M.Kumar, „*Standardizacija izrade i eksploatacija tiskovne forme za plošni tisak*“, Viša grafička škola u Zagrebu, Zagreb, 1978.
27. O.Korelić, „*Kemigrafija*“, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1986.
28. Volinskaja R. N., „*Kemijski procesi u izradi tiskovnih formi*“, Viša grafička škola, Zagreb, 1975., 107
29. S. Mahović Poljaček, „*Karakterizacija površinskih struktura ofsetnih tiskovnih formi*“, Doktorska disertacija, Grafički fakultet, Zagreb, 2007.
30. I. Filipović, S. Lipanović, „*Opća i anorganska kemija*“, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
31. B. Križan, „*Parametri površinske hrapavosti*“, *Strojarstvo*, 26, 1986., 2, 109-115.
32. S. Mahović, L. Mandić, D. Agić, M. Gojo, „*Influence of the Print Run on the surface Characteristics of the Silver Halide Digital Printing Plates*“, *Proceeding of AgX 2004: The International Symposium on Silver Halide Technology "At the Forefront of Silver Halide Imaging"*, Ventura, California, 2004., 142-146.
33. http://www.fsb.hr/elemstroj/pdf/design/2007/hrapavost_tehnickih_povrsina.pdf
(26.08.2010.)
34. D. Novaković, I. Karlović, M. Gojo, „*Influence of the Surface Characteristics on Quality of the Offset Printing Plate*“, *Proceedings, MATRIB 2009.*, (ed. K. Grilec, G. Marić, Vela Luka, 2009., 142-148.

35. A.M. Grancarić, A. Tarbuk, E. Chibowski, „*Slobodna površinska energija tekstila*“, Tekstil, 1-2, 2008., 28-39.
36. www.kruss.de/en/theory/measurements/contact-angle/models/owrk.html (17. 03. 2011.)
37. M. Gojo, S. Mahović Poljaček, T. Cigula, "*Nonprinting Areas on the Offset printing plates What we know-what we should know*", Proceedings, 5th International Symposium Grid '10, (ed. D. Novaković), Novi Sad, 2010., 9-18.
38. S. Miloš, T. Cigula, S. Mahović Poljaček, M. Gojo, "*Contribution to the Printing Ink - Printing Plate – Run Length Interactions*", Proceedings, MATRIB 2008., (ed. K. Grilec, G. Marić, S. Jakovljević), Vela Luka, 2008., 205-210.
39. S. Bolanča, „*Suvremeni ofsetni tisak*“, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
40. Kostelac-Biffi R., „*Reprodukcija fotografija*“, Viša grafička škola Zagreb, Zagreb, 1980.
41. http://www.agfa.com/gs/en/binaries/wp_ctp_reviewing_en_tcm219-37133.pdf (05.03.2011.)
42. http://www.agfa.com/gs/en/binaries/wp_technology_benchmarking_platequality_en_tcm219-37131.pdf (05.03.2011.)
43. http://www.inkland.co.uk/pdfs/Agfa_Lithostar_CtP_Plate.pdf (05.03.2011.)
44. T. Cigula, S. Mahović Poljaček, M. Gojo, "*Analysis of the Silver Halide Printing Plates after Printing Process*", Proceedings, 19th International DAAAM Symposium: Intelligent Manufacturing & Automation: "Focus on Next Generation of Intelligent Systems and Solutions", (ed. B. Katalinić), Trnava, (2008), 0251-0252.
45. http://www.ifra.com/website/ifra.nsf/html/CONT_CONSULTISOPROF_USA (12.03.2011.)
46. 47. S. Mahović, M. Gojo, S. Mahović, "*Analysis of the Surface Properties of Thermal Printing Forms*", Proceedings, of 16th International DAAAM Symposium: "Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Young Researches and Scientists", Opatija, (2005), 235-236.
47. K. Dragčević, M. Gojo, D. Agić "*Investigations of the physicochemical properties of the fountain solutions in the function of printing quality prediction*", Proceedings, 13th International DAAAM Symposium Intelligent Manufacturing & Automation: "Learning from Nature", (ed. B. Katalinić), Viena, (2002), 141-142.

48. M. Pourbaix, "*Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions*", Pergamon Press, Oxford, London, Paris, 1966, p.172.
49. P. Atkins, J. de Paula, "*Atkins' Physical Chemistry*", 7th ed., Oxford University Press, Oxford, 2002.
50. M. Gojo. "*Usporedba fizikalno - kemijskih svojstava komercijalnih otopina za vlaženje*", <http://www.ziljak.hr/tiskarstvo/tiskarstvo04/1gojo.html> (26.05.2011.)
51. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/surten.html#c3> (26.05.2011.)
52. B. Runje, "*Mjerenje u zrakoplovstvu*," http://www.fsb.hr/atantis/upload/newsboard/30_03_2009__10031_MUZpredavanja.pdf (27.05.2011.)
53. A Golubović, "*Tehnologija izrade i svojstva papira*", Grafički fakultet, Zagreb, 1984.
54. A Golubović, "*Svojstva i ispitivanje papira*", Grafički fakultet, Zagreb, 1993.

Prilog – popis slika i tablica

Popis slika:

Slika 1. Johannes Gutenberg i Gutenbergova Biblija.....	5
Slika 2. Gutenbergova preša i pomična metalna slova.....	5
Slika 3. Aloys Senefelder	6
Slika 4. Litografija.....	6
Slika 5. Princip ofsetne tehnike tiska	8
Slika 6. Shematski prikaz principa rada brzotisnog stroja	8
Slika 7. Richard March Hoeov rotacioni stroj.....	9
Slika 8 Hippolyte Auguste Marinonijev rotacioni stroj	9
Slika 9. Glavne tehnike tiska u novinskim rotacijama	11
Slika 10. Shema izuma obostranog tiska Caspara Hermanna	11
Slika 11. Prva novinska rotacija na principu „guma-guma“	12
Slika 12. Prva novinska rotacija za obostrani višebojni tisak	12
Slika 13. Modularni princip strojeva, shema postavljenih modula i stroj.....	13
Slika 14. Shema tornja i shema cijele novinske rotacije	14
Slika 15. Stroj Linotype, matrice koje su se koristile na stroju, specijalna tipkovnica, i odljevi olovnih redaka	16
Slika 16. Elementi za dobivanje tiskovne forme i olovna tiskovna forma.....	17
Slika 17. Linotype-Hell osvjetljivač i plošni skener	20
Slika 18. Emisija lasera i osjetljivost fotoosjetljivih slojeva.....	23
Slika 19. Tipovi tiskovnih formi i njihov međusobni odnos s obzirom na kvalitetu i izdržljivost tiskovne forme	24
Slika 20. Podjela osvjetljivača prema načinu smještanja tiskovne forme u osvjetljivaču.....	24
Slika 21. Dimenzijska usporedba diode	25
Slika 22. Prikaz osvjetljavanja laserskom zrakom u stolnom CtP osvjetljivaču.....	26
Slika 23. Unutrašnjost stolnog CtP osvjetljivača	26
Slika 24. Postupak pretvaranja PDF datoteke u 4 TIFF datoteke.....	31
Slika 25. Procedura pretvaranja PS datoteke u PDF datoteku.....	33
Slika 26. Radni tok u odjelu CtP u Novom listu	34
Slika 27. Tiskovne forme za tabloid i magazin format	36
Slika 28. AGFA automatska linija (Polaris XTV + Ultra LB82).....	38

Slika 29. Slobodne i tiskovne površine kod monometalne tiskovne forme	44
Slika 30. Anodizacija aluminija	45
Slika 31. Formiranje oksidne prevlake procesom anodizacije	46
Slika 32. Zrnčanje ofsetne tiskovne forme	49
Slika 33. Profil površine	50
Slika 34. Srednje aritmetičko odstupanje profila Ra	51
Slika 35. Maksimalna visina vrha profila Rp i maksimalna dubina dna profila Rv	52
Slika 36. Djelovanje kohezijskih i adhezijskih sila na molekule u unutrašnjosti i na površini tekućine	53
Slika 37. Površinska napetost u prirodi	54
Slika 38. Adsorpcija na glatkoj i hrapavoj površini	57
Slika 39. Adsorpcijske izoterme	58
Slika 40. Shema orjentirane adsorpcije	58
Slika 41. Kontaktni kutovi uz različiti stupanj vlaženja površine	60
Slika 42. Rasterski element	62
Slika 43. Rasterski element u rasterskoj ćeliji	62
Slika 44. Suptraktivna sinteza	63
Slika 45. Kutovi kod klasičnog rastera	64
Slika 46. Prikaz pozitivne i negativne deformacije rasterskih elemenata (dot gain)	65
Slika 47. Slojevi na AGFA Lithostar neosvijetljenoj tiskovnoj formi	68
Slika 48. Faze dobivanja gotove tiskovne forme na tiskovnim formama	69
Slika 49. SpectroPlate	73
Slika 50. SpectroDens	74
Slika 51. Stalagmometar	77
Slika 52. Piknometar	78
Slika 53. OCA 30 uređaj za mjerenje kontaktnog kuta	80
Slika 54. Postupak mjerenja koristeći SCA20 program	82
Slika 55. Uređaj za mjerenje hrapavosti TR200	82
Slika 56. TIMESurf program za očitavanje rezultata površinske hrapavosti	83
Slika 57. Olympus BX51	83
Slika 58. Zavisnost električne provodljivosti razvijaa o broju razvijenih tiskovnih formi	84
Slika 59. Zavisnost pH vrijednosti razvijaa o broju razvijenih tiskovnih formi	85
Slika 60. Zavisnost električne provodnosti o koncentraciji otopine za vlaženje	86
Slika 61. Zavisnost pH vrijednosti o koncentraciji otopine za vlaženje	87

Slika 62. Zavisnost površinske napetosti o koncentraciji otopine za vlaženje.....	88
Slika 63. Zavisnost kosinusa kontaktnog kuta o koncentraciji otopine za vlaženje.....	90
Slika 64. Zavisnost kosinusa kontaktnog kuta o koncentraciji otopine za vlaženje.....	90
Slika 65. Zavisnost kosinusa kontaktnog kuta o koncentraciji otopine za vlaženje.....	91
Slika 66. Dijagram pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 10.000 otisaka	92
Slika 67. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno).....	92
Slika 68. Dijagram pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 23.000 otisaka	93
Slika 69. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno).....	94
Slika 70. Prikaz tiskovne površine na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno)	94
Slika 71. Dijagram pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 40.000 otisaka	95
Slika 72. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno).....	96
Slika 73. Dijagram pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 50.000 otisaka	97
Slika 74. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno).....	97
Slika 75. Dijagram pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 60.000 otisaka	98
Slika 76. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je bila u tisku (desno).....	99
Slika 77. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za cijan.....	100
Slika 78. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za mangentu.....	101
Slika 79. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za žutu.....	101
Slika 80. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za crnu	102
Slika 81. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za cijan.....	103
Slika 82. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za mangentu.....	103
Slika 83. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za žutu.....	104
Slika 84. Zavisnost parametara hrapavosti o položaju tiskovne forme za žutu.....	104
Slika 85. Površina referentnog uzorka.....	105
Slika 86. Površina tiskovne forme s koje se tiskao cijan.....	105
Slika 87. Površina tiskovne forme s koje se je tiskala magenta	105
Slika 88. Površina tiskovne forme s koje se je tiskala žuta	106
Slika 89. Površina tiskovne forme s koje se je tiskala crna.....	106

Slika 90. Usporedba zavisnosti električne provodljivosti o pH vrijednosti	109
Slika 91. Usporedba zavisnosti površinske napetosti o električnoj provodnosti.....	110
Slika 92. Usporedba odnosa površinske napetosti i kosinusa kontaktnog kuta otopine za vlaženje (1. i 50. tiskovna forma)	111
Slika 93. Usporedba odnosa površinske napetosti i kosinusa kontaktnog kuta otopine za vlaženje (100. i 150. tiskovna forma)	112
Slika 94. Usporedba odnosa površinske napetosti i kosinusa kontaktnog kuta otopine za vlaženje (200. i 250. tiskovna forma)	112
Slika 95. Usporedba odnosa površinske napetosti i kosinusa kontaktnog kuta otopine za vlaženje (10. i 200. tiskovna forma)	113
Slika 96. Zavisnost kontaktnog kuta o površinskoj napetosti	114
Slika 97. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je otisnula 10.000 otisaka (desno)	115
Slika 98. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je otisnula 23.000 otisaka (desno)	115
Slika 99. Prikaz istih rasterskih elemenata na tiskovnoj formi koja nije bila u tisku (lijevo) i koja je otisnula 60.000 otisaka (desno)	116
Slika 100. Profilogram površinske hrapavosti i Abbott – Firestoneova krivulja	117
Slika 101. Abbott – Firestoneove krivulje za cijan	118
Slika 102. Površina tiskovnih formi s kojih se tiskao cijan (uzorci 2 i 3).....	119

Popis tablica:

Tablica 1. Rezultati mjerenja električne provodljivosti

Tablica 2. Rezultati mjerenja pH vrijednosti uzoraka razvijača

Tablica 3. Rezultati mjerenja električne provodljivosti otopine za vađenje

Tablica 4. Rezultati mjerenja pH vrijednosti otopine za vlaženje

Tablica 5. Rezultati mjerenja površinske napetosti otopine za vlaženje

Tablica 6. Rezultati mjerenja kontaktnog kuta močenja slobodnih površina (1.- 30. tiskovna forma)

Tablica 7. Rezultati mjerenja kontaktnog kuta močenja slobodnih površina (40.- 70. tiskovna forma)

Tablica 8. Rezultati mjerenja kontaktnog kuta močenja slobodnih površina (80.- 250. tiskovna forma)

Tablica 9. Rezultati mjerenja pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 10.000 otisaka

Tablica 10. Rezultati mjerenja pokrivenosti površine na tiskovnoj formi nakon 23.000 otisaka

Tablica 11. Rezultati mjerenja pokrivenosti površine na referentnoj tiskovnoj formi i na tiskovnoj formi nakon 40.000 otisaka

Tablica 12. Rezultati mjerenja pokrivenosti površine na referentnoj tiskovnoj formi i na tiskovnoj formi nakon 50.000 otisaka

Tablica 13. Rezultati mjerenja pokrivenosti površine na referentnoj tiskovnoj formi i na tiskovnoj formi nakon 60.000 otisaka

Tablica 14. Rezultati mjerenja hrapavosti na slobodnim površinama tiskovnih formi

Tablica 15. Rezultati mjerenja hrapavosti na punim tonovima tiskovnih formi

Životopis

Slaven Miloš rođen je u Rijeci 16. siječnja 1976. godine, a po narodnosti je Hrvat.

Prvi razred osnovne škole pohađao je u osnovnoj školi „Vežica“ u Rijeci na Podvežici, nakon toga se odselio sa roditeljima u Jadranovo. U Jadranovu je pohađao drugi, treći i četvrti razred osnovne škole, te je nakon toga od petog do osmog razreda pohađao osnovnu školu „Vladimira Nazora“ u Crikvenici.

Nakon osnovne škole, 1990. godine, vraća se u Rijeku gdje pohađa Gimnaziju „Andrije Mohorovičića“, a usput trenira i veslanje.

Srednju školu završava 1994. godine kada se seli u Zagreb pohađati „Grafički fakultet“.

Diplomu diplomiranog inženjera stiječe 1999. godine, na tehničko-tehnološkom smjeru „Grafičkog fakulteta“ pod vodstvom mentora prof. dr.sc. Miroslava Goje.

Po završetku fakulteta, u ljeto 1999. odlazi u vojsku služiti vojni rok.

Nakon odrađenog vojnog roka, u ljeto 2000. godine dobiva posao u Novom listu u Rijeci.

U Novom listu najprije radi kao pripravnik Tehnolog do 2001. godine, nakon toga radi kao Tehnolog i pomoćnik Tehničkog direktora. Kao pomoćnik Tehničkog direktora vodi projekt implementacije novinske rotacije GOSS Universal 70 do kraja 2001. godine, a nakon toga vodi projekt implementacije CtP odjela u Tiskaru Novog lista (prvi novinski CtP u Hrvatskoj).

Novi list je poslao Slavena Miloša na daljnje školovanje za Magistra znanosti na „Grafičkom fakultetu“ 2002. godine.

Nakon implementacije CtP odjela u Tiskaru Novog lista (travanj 2003. godine), radi kao Voditelj smjene u odjelu CtP.

Od 2007. do 2009. godine obavljao je posao Tehničkog direktora Novog lista.

Danas radi kao Manager za ISO standarde u Novom listu.

Popis objavljenih radova:

- S. Miloš, „20 milijuna otisaka s dobrom offsetnom gumom“, Grafička revija, Zagreb, 4, (ed. S. Odošahić), 2003., 16-18.
- S. Miloš, Đ. Milevoj, D. Linić, „Dobivanje kvalitetnije reprodukcije u novinskom tisku s obzirom na poprečnu deformaciju papirne trake“, Zbornik radova Blaž Baromić, (ed. M. Glavičić), Senj, 2003., 59-64
- S. Miloš, D. Linić, Đ. Milevoj, „Smanjenje vremena pripreme i poboljšanje reprodukcije u novinskom tisku“, Zbornik radova Blaž Baromić, (ed. Z. Bolanča, M. Mikota), Lovran, 2004., 173-176
- S. Miloš, T. Cigula, S. Mahović Poljaček, M. Gojo, "Contribution to the Printing Ink - Printing Plate – Run Length Interactions", Proceedings, MATRIB 2008., (ed. K. Grilec, G. Marić, S. Jakovljević), Vela Luka, 2008., 205-210.
- S. Miloš, D. Banić, M. Puškarić, „Influence of exhaustion of system for the wetting and inking on the print quality in the newspaper production“, Zbornik radova Blaž Baromić, (ed. Z. Bolanča), Split, 2008., 247-251.